



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ゲーム空間演算手段によりゲーム空間を設定し、画像合成手段により疑似3次元画像を合成し、これによりプレーヤが前記疑似3次元画像を見ながら操作部を操作して所定の移動体にて仮想3次元空間内を移動できるゲーム空間を形成する3次元ゲーム装置であって、

前記ゲーム空間演算手段は、

少なくとも前記移動体の3次元オブジェクトの位置及び方向情報がオブジェクト情報として記憶されるオブジェクト情報記憶部と、

前記仮想3次元空間内において前記移動体が移動する地形の地形情報が記憶される地形情報記憶部と、

前記オブジェクト情報記憶部から前記移動体のオブジェクト情報を読み出し、この移動体のオブジェクト情報を前記地形情報記憶部から読み出された地形情報を用いて変更するオブジェクト情報変更部とを含み、

前記画像合成手段は、

ゲーム空間を構成する及びゲーム空間に登場する3次元オブジェクトの3次元画像情報が記憶される3次元画像情報記憶部と、

前記オブジェクト情報記憶部からのオブジェクト情報と前記3次元画像情報記憶部からの3次元画像情報より、前記仮想3次元空間に配置された前記移動体の方向から見えるゲーム空間の視界画像を演算し疑似3次元画像を合成出力する画像演算部とを含み、

これにより地形情報が反映された疑似3次元画像を画像合成できるよう形成されたことを特徴とする3次元ゲーム装置。

【請求項2】 請求項1において、

前記オブジェクト情報変更部は、

前記移動体に設けられた少なくとも2以上の地形情報検出センサにより、移動体の位置及び方向情報を演算し、これにより前記オブジェクト情報の変更を行うことを特徴とするゲーム装置。

【請求項3】 請求項1又は2のいずれかにおいて、

前記移動体は、前記操作部へプレーヤが入力した発射信号により弾を発生するよう形成され、

前記ゲーム空間演算手段は、前記移動体から発射される弾の演算処理を行う弾処理部を更に含み、

前記弾処理部は、

前記オブジェクト情報変更部により変更された移動体のオブジェクト情報と、前記操作部から入力された発射信号とにより弾の移動位置を演算する弾移動演算部を含み、

これにより地形情報が反映された弾の移動位置を演算できるよう形成されたことを特徴とする3次元ゲーム装置。

【請求項4】 請求項3において、

前記弾処理部は、

前記弾移動演算部により演算された弾の移動位置と前記オブジェクト情報記憶部に記憶された標的のオブジェクト情報より、弾の当たり判定を行う当たり判定部を更に含み、

これにより地形情報が反映された弾の当たり判定ができるよう形成されたことを特徴とする3次元ゲーム装置。

【請求項5】 請求項4において、

前記弾処理部は、

前記弾移動演算部により演算された弾の移動位置を、前記標的のオブジェクト情報に応じて標的を追尾するようリアルタイムに変更する演算を行う追尾移動演算部を更に含み、

地形の影響により照準範囲内から外れた標的にも弾を命中できるように形成されたことを特徴とする3次元ゲーム装置。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかにおいて、

プレーヤの視野を覆うように装着される画像表示手段と、プレーヤの実3次元空間における3次元情報を検出するプレーヤ用空間センサとを更に含み、

前記画像合成手段は、

前記プレーヤ用空間センサからの検出信号に基づいて、仮想3次元空間におけるプレーヤの位置及び方向情報を抽出する座標抽出部を更に含み、

これにより仮想3次元空間におけるプレーヤの視界画像を演算し前記画像表示手段に疑似3次元画像を画像出力するよう形成されたことを特徴とする3次元ゲーム装置。

【請求項7】 請求項6において、

プレーヤに装着され、プレーヤから見える実空間映像を撮像する撮像手段を更に含み、

前記画像合成手段は、

前記仮想3次元空間におけるプレーヤの視界画像と前記撮像手段で撮像される実空間映像とを合成する表示画像合成部を更に含み、

これにより、前記画像表示手段に仮想3次元空間における視界画像と実空間映像とが合成された疑似3次元画像を画像出力するよう形成されたことを特徴とする3次元ゲーム装置。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかにおいて、

プレーヤが実際に搭乗する実空間上に設置された搭乗体を更に含み、

前記搭乗体は、

前記地形情報に対応してプレーヤの姿勢制御を行う姿勢制御部を含み、

これにより地形情報が反映された搭乗体の搭乗感覚を仮想的に体験できるよう形成されたことを特徴とする3次元ゲーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、仮想3次元空間を所定

の移動体で移動する3次元ゲーム装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】図30(a), (b)には、従来のシューティングゲーム装置、ドライビングゲーム装置におけるゲーム画像の一例が示されている。

【0003】例えば、シューティングゲーム装置を例にとれば、図30(a)に示すように、プレーヤは、マイシッ  
5 3 0、敵機532等を上側から見た合成画像を見ながらマイシッ  
5 3 0を操作することでゲームを行っていた。このような方式のゲーム装置では、マイシッ  
5 3 0、敵機532等は2次元で構成されたゲームフ  
ィールド536内しか動くことができなかった。従っ  
て、臨場感が溢れ、現実味のあるゲーム空間を形成す  
ることができなかった。

【0004】また、ドライビングゲーム装置を例にとれ  
ば、図30(b)に示すように、プレーヤは、ゲームフ  
ィールド538において、画面の奥方向のA点からB点  
に向かって2次元的に流れて来る道路に対してスポーツ  
カー534を操作することでゲームを行っていた。この  
ような方式のゲーム装置では、プレーヤの操作するスポ  
ーツカーは、ゲーム装置によってあらかじめ決められた  
方向、即ち、図30(b)のB点からA点へ方向にし  
か移動できない。この結果、プレーヤの操作性の自由が  
制限され、いまいちゲームの面白味を高めることがで  
きなかった。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明者は、このよ  
うな従来のゲーム装置の問題を解決すべく、仮想3次元空  
間内をプレーヤの操作する移動体によって自由に動き回  
ることができる3次元ゲーム装置の開発を行っている。  
ここで、仮想3次元空間とは、ゲームプログラムにより  
形成される仮想的な3次元空間をいう。

【0006】さて、このような3次元ゲーム装置を開発  
するにあたって、次のような技術的課題が生じた。

【0007】まず、この仮想3次元空間内を移動体が移  
動するにあたって、仮想3次元空間に形成された地面の  
地形をどのようにしてゲームに反映させるかという技術  
的課題が生じた。例えば、プレーヤが操作する移動体が  
陸上移動体であった場合、仮想3次元空間内に設けられ  
た丘などの凸凹地形を、プレーヤに体感させる必要があ  
る。この場合、前述した従来のドライビングゲーム装置  
では、図30(b)の矢印Cの方向に道及びスポーツカ  
ー534を上下させることで、これを体感させていた。  
即ち、従来のドライビングゲーム装置には仮想3次元空  
間という概念がないため、この矢印Cの方向にしか上下  
させることができず、また、スポーツカー534の移動  
する方向は同図のB点からA点の方向に限られていたた  
め、矢印Cの方向の上下だけである程度の凸凹の地形を  
体感させることができた。しかし、本3次元ゲーム装置  
のように、仮想3次元空間内を自由に移動体によりに動

き回れるゲーム装置では、このような道及びスポーツカ  
ー534の矢印Cの方向での上下だけでは、プレーヤに  
凸凹の地形を体感させるのには不十分なものとなる。そ  
こで、このような凸凹の地形を、如何にしてプレーヤに  
体感させるかが大きな技術的課題となる。

【0008】また、この仮想3次元空間内において、移  
動体により対戦ゲームを行うというゲーム構成とした場  
合、仮想3次元空間内の地形をどのようにしてこの対戦  
ゲームの対戦という要素に反映させるかという技術的課  
10 題も生じた。即ち、凸凹の地形があった場合、この凸凹  
の地形を利用して例えば敵の戦車やヘリコプターからの  
攻撃に対する防御を行ったり、逆に、この凸凹の地形を  
うまく利用して、敵の戦車やヘリコプターへの攻撃を行  
えるゲーム構成とすれば、ゲームの面白味を格段に向上  
させることができる。

【0009】本発明は、このような技術的課題に鑑みな  
されたものであり、その目的とすることは、仮想3次元  
空間内に形成される地形をゲームに反映させることがで  
きる3次元ゲーム装置を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、ゲー  
ム空間演算手段によりゲーム空間を設定し、画像合成手  
段により疑似3次元画像を合成し、これによりプレーヤ  
が前記疑似3次元画像を見ながら操作部を操作して所定  
の移動体にて仮想3次元空間内を移動できるゲーム空間  
を形成する3次元ゲーム装置であって、前記ゲーム空間  
演算手段は、少なくとも前記移動体の3次元オブジェク  
トの位置及び方向情報がオブジェクト情報として記憶さ  
れるオブジェクト情報記憶部と、前記仮想3次元空間内  
20 において前記移動体が移動する地形の地形情報が記憶さ  
れる地形情報記憶部と、前記オブジェクト情報記憶部か  
ら前記移動体のオブジェクト情報を読み出し、この移動  
体のオブジェクト情報を前記地形情報記憶部から読み出  
された地形情報を用いて変更するオブジェクト情報変更  
部とを含み、前記画像合成手段は、ゲーム空間を構成す  
る及びゲーム空間に登場する3次元オブジェクトの3次  
元画像情報が記憶される3次元画像情報記憶部と、前記  
オブジェクト情報記憶部からのオブジェクト情報と前記  
3次元画像情報記憶部からの3次元画像情報より、前記  
40 仮想3次元空間に配置された前記移動体の方向から見  
えるゲーム空間の視界画像を演算し疑似3次元画像を合  
成出力する画像演算部とを含み、これにより地形情報が反  
映された疑似3次元画像を画像合成できるよう形成され  
たことを特徴とする。

【0011】請求項2の発明は、前記オブジェクト情報  
変更部は前記移動体に設けられた少なくとも2以上の地  
形情報検出センサにより、移動体の位置及び方向情報を  
演算し、これにより前記オブジェクト情報の変更を行う  
ことを特徴とする。

50 【0012】請求項3の発明は、前記移動体は、前記操

作部へプレーヤが入力した発射信号により弾を発生するよう形成され、前記ゲーム空間演算手段は、前記移動体から発射される弾の演算処理を行う弾処理部を更に含み、前記弾処理部は、前記オブジェクト情報変更部により変更された移動体のオブジェクト情報と、前記操作部から入力された発射信号とにより弾の移動位置を演算する弾移動演算部を含み、これにより地形情報が反映された弾の移動位置を演算できるよう形成されたことを特徴とする。

【0013】請求項4の発明は、前記弾処理部は、前記弾移動演算部により演算された弾の移動位置と前記オブジェクト情報記憶部に記憶された標的のオブジェクト情報より、弾の当り判定を行う当り判定部を更に含み、これにより地形情報が反映された弾の当り判定ができるよう形成されたことを特徴とする。

【0014】請求項5の発明は、前記弾処理部は、前記弾移動演算部により演算された弾の移動位置を、前記標的のオブジェクト情報に応じて標的を追尾するようリアルタイムに変更する演算を行う追尾移動演算部を更に含み、地形の影響により照準範囲内から外れた標的にも弾を命中できるよう形成されたことを特徴とする。

【0015】請求項6の発明は、プレーヤの視野を覆うように装着される画像表示手段と、プレーヤの実3次元空間における3次元情報を検出するプレーヤ用空間センサとを更に含み、前記画像合成手段は、前記プレーヤ用空間センサからの検出信号に基づいて、仮想3次元空間におけるプレーヤの位置及び方向情報を抽出する座標抽出部を更に含み、これにより仮想3次元空間におけるプレーヤの視界画像を演算し前記画像表示手段に疑似3次元画像を画像出力するよう形成されたことを特徴とする。

【0016】請求項7の発明は、プレーヤに装着され、プレーヤから見える実空間映像を撮像する撮像手段を更に含み、前記画像合成手段は、前記仮想3次元空間におけるプレーヤの視界画像と前記撮像手段で撮像される実空間映像とを合成する表示画像合成部を更に含み、これにより、前記画像表示手段に仮想3次元空間における視界画像と実空間映像とが合成された疑似3次元画像を画像出力するよう形成されたことを特徴とする。

【0017】請求項8の発明は、プレーヤが実際に搭乗する実空間上に設置された搭乗体を更に含み、前記搭乗体は、前記地形情報に対応してプレーヤの姿勢制御を行う姿勢制御部を含み、これにより地形情報が反映された搭乗体の搭乗感覚を仮想的に体験できるよう形成されたことを特徴とする。

【0018】

【作用】本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、移動体のオブジェクト情報は、地形情報を利用して、オブジェクト情報変更部により変更される。これにより、地形情報が反映された疑似3次元画像を形成できる。この場

合、少なくとも2以上の地形情報検出センサを移動体に設けることにより、より地形情報が反映された疑似3次元画像を形成できる。

【0019】また、本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、変更された移動体のオブジェクト情報を利用して弾の移動位置の演算、当り判定を行うことにより、地形情報が反映された弾の移動位置の演算、当り判定が可能となる。

【0020】また、本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、弾に追尾機能をもたせることで、照準範囲内から外れた標的に対しても弾を命中させることができる。

【0021】また、本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、空間センサによりプレーヤの位置及び方向情報を検出することにより、簡易に仮想現実を実現できる。

【0022】この場合、更に実空間を撮像する撮像手段を備え、実空間映像と仮想空間画像を合成することにより、より現実に近い仮想現実を表現できる。

【0023】また、本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、搭乗体を設け、この搭乗体の姿勢制御を地形情報に基づいて行うことにより、より地形情報が反映された搭乗感覚を仮想的に体験できる。

【0024】

【実施例】

#### 1. ゲームの概要

まず、本3次元ゲーム装置で実現される3次元ゲームの一例について簡単に説明する。

【0025】本3次元ゲーム装置によれば、あらかじめ設定されたゲームプログラムにより仮想3次元空間を形成し、形成された仮想3次元空間内をプレーヤの操作する移動体によって自由に動き回ることができるゲーム空間を提供できる。

【0026】本3次元ゲーム装置により実現される3次元ゲームは、多種多様な人種が集まった近未来都市において繰りひろげられる未来戦車ゲームである。この未来戦車ゲームでは、莫大な賞金をめざして集まったファイター達が、壁により四角に囲まれ逃げることの許されないゲームフィールド内で、デスマッチゲーム形式でチャンピオンを決定する。各ファイターは、それぞれの所有する未来戦車により、チャンピオンを競い合うわけである。そして、プレーヤは、これらのファイターの1人としてゲームに参加する。

【0027】図2には、本3次元ゲーム装置の外観図が示される。同図に示すようにプレーヤ302は、操作部である左右のアナログレバー12、14を操作してCRT10に映し出された移動体、即ち未来戦車20を操縦することになる。即ち、プレーヤ302は、この未来戦車20を操縦することにより、仮想3次元空間内に設定されるゲームフィールド60内を前後左右に自由に動き回ることができるわけである。また、このアナログレバー12、14には、無制限に発射することができるマシ

ンガンと、数に制限はあるが強力な武器であるミサイルのトリガー16、18が設けられている。また、図2に示すように、CRT10には、照準40が映し出されており、プレーヤ302は、この照準40を用いて敵に対する攻撃を行う。更に、CRT10には、標的である敵の位置を検出する敵位置検出レーダー50が映し出され、これによりプレーヤ302は、自機位置51に対する敵位置52を知ることが可能となる。

【0028】図3には、ゲームフィールド60の全体図が示されている。同図に示すように、ゲームフィールド60内には、3次元で構成されゲームプログラムにより設定される各種の地形が形成されている。即ち、まず、ゲームフィールド60の四方は、各ファイターが逃げ出すことができないよう壁62により囲まれている。そして、この壁62の内周には第1の台地64が設けられている。零地帯66は、この第1の台地64に囲まれており、その間には斜面68、70、72、74が設けられている。更に、零地帯66には第2、第3の台地76、78が設けられ、また、障害物80、82も設けられている。このように、本3次元ゲームにおけるゲームフィールド60は、図30(a)、(b)に示した従来の2次元で構成されたゲームフィールド536、538と異なり、3次元の地形で構成されている。従って、従来にないリアリティ溢れるゲーム空間を形成できる。また、逆に、このような3次元ゲーム装置では、この3次元で表された地形を、如何にしてプレーヤに体感させるかが大きな技術的課題となる。

【0029】プレーヤ302の操縦する未来戦車20及び敵ファイターが操縦する敵未来戦車22は、この零地帯66の上で向かい合っている。図3では、未来戦車20と敵未来戦車22との間には、第2、第3の台地76、78が介在しているため、プレーヤ302は、CRT10により敵未来戦車22を目視することはできない。従って、プレーヤ302は、まず、前記した敵位置検出レーダー50により敵位置52を見つけ出す。そして、アナログレバー12、14により未来戦車20を操縦し、第2の台地76を乗り越え、敵に接近し、これを攻撃することになる。

【0030】図4には、このようにして自機の未来戦車20が敵未来戦車22に接近した場合にCRT10に映し出される疑似3次元画像が示されている。ここで、シールド表示部54には、自機及び敵未来戦車22のシールド量が表示されている。現在、自機のシールド量（防御力）は、敵未来戦車22のシールド量を大きく上回っている。従って、プレーヤ302にとっては攻撃のチャンスであり、逆に、敵未来戦車22の方は、この危機的状況を回避して、シールド量を回復するアイテムを探し出さなければならない。

【0031】この場合、自機の未来戦車20は零地帯66の上に位置しており、敵未来戦車22は第1の台地6

4に位置しているため、両者の間には高低差が生じる。従って、このような地理的条件の中も、プレーヤ302が、うまく敵を攻撃できるようにゲーム設定する必要がある。また、逆に、敵未来戦車22が、この地理的条件をうまく利用して、この危機的状況を回避できるようゲームを設定すれば、ゲームの面白味を一段と高めることができる。即ち、このような地理的条件を如何にしてゲーム設定に反映するかが、本発明における大きな技術的課題となる。

【0032】なお、以上の説明は、図2に示したように、ゲームを行うプレーヤが1人の場合についての説明である。このようにプレーヤが1人でゲームを行う場合は、敵未来戦車22を操縦するファイターは、コンピュータが担当することになる。これに対して、図5では、2人のプレーヤで対戦する場合の、本3次元ゲーム装置の外観図が示される。この場合は、プレーヤ302はCRT10を見ながら未来戦車20を操縦し、プレーヤ303はCRT11を見ながら敵未来戦車22を操縦することになる。そして、CRT10には、未来戦車20の方向から見える疑似3次元画像が映し出され、CRT11には、敵未来戦車22の方向から見える疑似3次元画像が映し出されることになる。そして、このように1つの仮想3次元空間内で、異なった視点からの疑似3次元画像を見ながら、異なった地理的条件の下で、2人のプレーヤがゲームを行うことになる。なお、図5には、2人プレーヤの場合しか示されていないが、本発明は、これに限らず、3人以上の複数のプレーヤによりゲームを行う場合にも当然に適用できる。

## 2. 装置全体の説明

図1には、本発明に係る3次元ゲーム装置の実施例のブロック図が示される。

【0033】図1に示すように、本3次元ゲーム装置は、プレーヤが操作信号を入力する操作部140、所定のゲームプログラムによりゲーム空間を設定するゲーム空間演算部100、プレーヤの視点位置における疑似3次元画像を形成する画像合成部200、及びこの疑似3次元画像を画像出力するCRT10を含んで構成される。

【0034】操作部140には、例えば本3次元ゲーム装置をドライビングゲームに適用した場合には、スポーツカーを運転するためのハンドル、ギア等が接続され、これにより操作信号が入力される。また、前述した未来戦車戦等のシューティングゲームに適用した場合には、未来戦車を操縦するためのアナログレバー12、14、及びマシンガン、ミサイル等を発射するためのトリガー16、18等が接続される。

【0035】ゲーム空間演算部100は、中央処理部102、オブジェクト情報記憶部104、地形情報記憶部106、オブジェクト情報変更部108を含んで構成される。ここで、中央処理部102では、3次元ゲーム装

置全体の制御が行われる。また、中央処理部102内に設けられた記憶部には、所定のゲームプログラムが記憶されている。また、オブジェクト情報記憶部104には、仮想3次元空間を構成する3次元オブジェクトの位置及び方向情報であるオブジェクト情報並びにその他の属性情報が記憶されている。また、地形情報記憶部106には、前述した3次元の地形で形成されたゲームフィールド60の地形情報が、例えば高さデータとして記憶されている。また、オブジェクト情報変更部108では、このオブジェクト情報記憶部104に記憶されたオブジェクト情報が、前記地形情報記憶部106に記憶された地形情報を基に随時変更される演算が行われる。なお、このゲーム空間演算部100の構成の詳細については、後述する。

【0036】画像合成部200では、仮想3次元空間におけるプレーヤ302の任意の視点位置から見える疑似3次元画像、即ち、図2においてCRT10に映し出される疑似3次元画像が画像合成される。このため、画像合成部200は、3次元画像情報記憶部204及び画像演算部202を含んで構成される。

【0037】3次元画像情報記憶部204には、3次元オブジェクトの3次元画像が記憶されている。ここで、3次元オブジェクトとは、図4に示す未来戦車20、敵未来戦車22などの移動体、図3に示す壁62、第1、第2、第3の台地64、76、78、障害物80、82などの地形等、仮想3次元空間に設定されたゲーム空間を形成する全ての物体をいう。この3次元オブジェクトは、図4に示すように、ポリゴン90~95等の集合として表現され、このポリゴンの各頂点座標等の情報が3次元画像情報として3次元画像情報記憶部204に記憶されている。

【0038】画像演算部202は、画像供給部212及び画像形成部240を含んで構成される。

【0039】画像供給部212は、画像合成部200の全体の制御を行う処理部214、並びに、ポリゴンの頂点座標等の画像情報に対する3次元演算処理を行う座標変換部216、クリッピング処理部218、透視変換部220、ソーティング処理部222を含んで構成される。

【0040】画像形成部240では、画像供給部212において3次元演算処理されたポリゴンの頂点座標等の画像情報から、ポリゴン内の全てのドットにおける画像情報が演算され、これが疑似3次元画像として画像出力される。

【0041】次に、本3次元ゲーム装置全体の動作について説明する。

【0042】まず、ゲームスタートと同時に、中央処理部102は、ゲームプログラムにしたがって、仮想3次元空間に配置される全ての3次元オブジェクトの位置及び方向情報であるオブジェクト情報を、オブジェクト情

報記憶部104に記憶させる。但し、オブジェクト情報記憶部104の一部を不揮発性メモリとして、あらかじめオブジェクト情報の初期値を記憶させておけばこのような動作は必要ない。

【0043】このオブジェクト情報記憶部104に記憶されるオブジェクト情報は、例えば、図6に示すフォーマットで記憶される。同図において、インデックス(0~n)は、各3次元オブジェクトを表す通し番号であり、例えば、インデックス0は未来戦車20を、インデックス1は敵未来戦車22を、インデックス2は壁62を、インデックス3は障害物80を構成する3次元オブジェクトを表す通し番号である。これにより、例えば、未来戦車20の仮想3次元空間における位置情報及び方向(傾き)情報は、(X0、Y0、Z0)及び( $\theta 0$ 、 $\phi 0$ 、 $\rho 0$ )に設定される。この結果、未来戦車20の配置される位置及び方向が決定されることになる。同様にして、敵未来戦車22、障害物80等の3次元オブジェクトの位置及び方向情報も設定され、これにより仮想3次元空間上のゲーム空間を形成する全ての3次元オブジェクトの位置情報、あるいは位置情報及び方向情報が決定されることになる。

【0044】なお、未来戦車20のように大きな3次元オブジェクトの場合、これを例えば、操縦席、左側駆動部、右側駆動部、砲身等のパーツに分割して、これらのパーツの1つ1つを3次元オブジェクトと考え、これに前記インデックスを割り当てるようにしてもよい。このようにすれば、これらのパーツ、例えば左側駆動部、右側駆動部、砲身等を独自に動かすことができ、よりリアリティ溢れる動きをする未来戦車20を描くことができる。

【0045】地形情報記憶部106には、図3に示すゲームフィールド60の地形情報が、例えば高さ情報として記憶されている。オブジェクト情報変更部108は、この地形情報を読みだし、これにより、オブジェクト情報記憶部104に記憶されている、3次元オブジェクトの位置及び方向情報を変更することができる。即ち、例えば前記した未来戦車20の位置及び方向情報(X0、Y0、Z0、 $\theta 0$ 、 $\phi 0$ 、 $\rho 0$ )の値を変更して、未来戦車20の傾き等を変更する。これにより、地形情報を反映したゲーム空間を形成できる。なお、このゲーム空間演算部100の動作の詳細については、後述する。

【0046】次に、画像合成部200の動作について説明する。

【0047】まず、処理部214により、オブジェクト情報記憶部104から前記したインデックスをアドレスとして3次元オブジェクトの位置及び方向情報が読み出される。同様にして、処理部214により、3次元画像情報記憶部204から前記インデックスをアドレスとして3次元オブジェクトの3次元画像情報が読み出される。例えば、インデックスが0である場合は、未来戦車

20の位置及び方向情報(X0、Y0、Z0、θ0、φ0、ρ0)がオブジェクト情報記憶部104から読み出され、未来戦車20をポリゴンの集合で表した3次元画像情報が3次元画像情報記憶部204から読み出される。

【0048】処理部214は、このようにインデックスを順次読み出し、これらの情報を図7に示すようなデータフォーマットに変換する。

【0049】図7(a)には、このデータフォーマットの全体図が示されている。同図に示すように、処理されるデータは、フレームデータを先頭に、このフレーム内に表示される全ての3次元オブジェクトのオブジェクトデータが連なるようにして構成されている。そして、このオブジェクトデータの後は、この3次元オブジェクトを構成するポリゴンのポリゴンデータが更に連なるように構成されている。

【0050】ここで、フレームデータとは、フレームごとに変化するパラメータにより形成されるデータをいい、1フレーム内の全ての3次元オブジェクトに共通なデータであるプレーヤの視点位置・視点方向・視野角情報、モニタの角度・大きさ情報、光源の情報等のデータより構成される。これらのデータは1フレームごとに設定され、例えば表示画面上にウィンドウ等を形成した場合は、ウィンドウごとに異なるフレームデータが設定される。これにより表示画面上に例えばバックミラーや、未来戦車20を上から見た画面等を形成することができる。

【0051】また、オブジェクトデータとは、3次元オブジェクトごとに変化するパラメータにより形成されるデータをいい、3次元オブジェクト単位での位置情報、方向情報等のデータより構成される。これは、前述のオブジェクト情報とほぼ同じ内容のデータである。

【0052】また、ポリゴンデータとは、ポリゴンの画像情報等により形成されるデータをいい、図7(b)に示すようにヘッダ、頂点座標X0、Y0、Z0～X3、Y3、Z3、等、その他の付属データにより構成される。

【0053】座標演算部216は、以上のフォーマットのデータを読み出し、この各頂点座標等に対し各種の演算処理を行っている。以下、この演算処理を図8を用いて説明する。

【0054】例えば未来戦車ゲームを例にとれば、図8に示すように、未来戦車、敵未来戦車、ビル、障害物等を表す3次元オブジェクト300、332、334が、ワールド座標系(XW、YW、ZW)で表現される仮想3次元空間上に配置される。その後、これらの3次元オブジェクトを表す画像情報は、プレーヤ302の視点を基準とした視点座標系(Xv、Yv、Zv)へと座標変換される。

【0055】次に、クリッピング処理部218にて、い

わゆるクリッピング処理と呼ばれる画像処理が行われる。ここで、クリッピング処理とはプレーヤ302の視野外(又は3次元空間上で開かれたウィンドウの視野外)にある画像情報、即ち前方・後方・右側・下方・左側・上方のクリッピング面340、342、344、346、348、350により囲まれ領域(以下表示領域2とする)の外にある画像情報を除去する画像処理をいう。つまり、本装置によりその後の処理に必要とされる画像情報は、プレーヤ302の視野内にある画像情報のみである。従って、クリッピング処理によりこれ以外の情報をあらかじめ除去すれば、その後の処理の負担を大幅に減らすことができることとなる。

【0056】次に、透視変換部220にて、表示領域2内にある物体に対してのみ、スクリーン座標系(XS、YS)への透視変換が行われ、次段のソーティング処理部222へとデータが出力される。

【0057】ソーティング処理部222では、次段の画像形成部240における処理の順序が決定され、その順序にしたがってポリゴンの画像データが出力される。

【0058】画像形成部240では、画像供給部212において3次元演算処理されたポリゴンの頂点座標等のデータから、ポリゴン内の全てのドットの画像情報が演算される。この場合の演算法としては、ポリゴンの頂点座標からポリゴンの輪郭線を求め、この輪郭線と走査線との交点である輪郭点ペアを求め、この輪郭点ペアにより形成されるラインを所定の色データ等に対応させるという手法を用いてもよい。また、各ポリゴン内の全てのドットの画像情報を、テクスチャ情報としてあらかじめROM等に記憶させておき、ポリゴンの各頂点に与えられたテクスチャ座標をアドレスとして、これを読み出し、貼り付けるという手法を用いてもよい。

【0059】最後に、これらの画像形成部340で形成された疑似3次元画像は、CRT10から画像出力される。

### 3. ゲーム空間演算部での各種の演算法の説明

次に、ゲーム空間演算部100で行われる各種の演算法について説明する。

(1) 移動体のオブジェクト情報への地形情報の反映  
図1に示したブロック図は、移動体のオブジェクト情報、即ち、移動体の位置及び方向情報に地形情報を反映させる実施例のブロック図である。

【0060】前述したように、オブジェクト情報変更部108は、地形情報記憶部106から地形情報を読み出し、これにより、オブジェクト情報記憶部104に記憶されている3次元オブジェクト情報の変更を行っている。

【0061】ここで、地形情報記憶部106には、3次元地形の地形情報が、例えば高さ情報として記憶されている。この地形情報記憶部106の地形情報記憶エリアは、図9に示すような階層構造となっている。即ち、図

9 (a) に示すゲームフィールドエリアが最上位となり、その下位が同図 (b) に示す地区内ブロックエリア、更にその下位が同図 (c) に示す地形ブロックエリアとなっている。このように、地形情報記憶エリアを階層構造としたのは、データ量を圧縮して、より繊細な地形変化が反映されたゲーム空間を多数用意するためである。

【0062】ゲームフィールドエリアでは、この3次元ゲームにおいて用意される複数のゲームフィールドのうち、どの面を選択するかが決定される。これにより、例えば図9 (a) に示すように、図3に示したゲームフィールド60が選択される。

【0063】このゲームフィールド60は、図10 (a) に示すように、例えば $4 \times 4 = 16$ 個の地区内ブロック (17~32) に分割されている。このように1つのゲームフィールドを複数の地区内ブロックに分割することで、即ち、例えば32種類の地区内ブロックを組み合わせることで、極めて多数の種類のゲームフィールドを簡易に形成できる。例えば、図10 (a) に示す地区内ブロック (pb17~32) の順序を少し変更するだけで、図3に示すゲームフィールド60と全く異なった地形のゲームフィールドを簡易に形成できるわけである。

【0064】図10 (b) に示すように、この地区内ブロックは、更に例えば $4 \times 4 = 16$ 個の地形ブロックに分割されている。例えば地区内ブロックpb17は、地形ブロックpile000、115、118、119、122からなる16個の地形ブロックに分割されており、これにより更なるデータの圧縮が可能となる。

【0065】地形ブロックは、最終的に地形の高さ情報が格納されたブロックである。図11には、この地形ブロックにより形成されたゲームフィールド60が模式的に示されている。この図11は、前記した図3に対応するものである。また、図12には、これらの各地形ブロック内における高さ情報の分布が示されている。なお、図12には、地形ブロックpile115~123の高さ情報の分布が示されている。

【0066】図11に示すように、壁62には未来戦車が侵入しえないので、地形ブロックは配置されていない。また、図3の第1の台地64は全て地形ブロックpile115の組合せにより表されている。この地形ブロックpile115は、図12に示すように、高さ情報が全て160に設定されている。即ち、平坦で高い位置にある地形であることが表現されている。

【0067】また、図3の斜面68は、図11に示すように、地形ブロックpile118、121、122の組合せにより表されている。そして、地形ブロックpile118は、図12に示すように、左側が最も高く (150)、右側に行くほど低くなるよう (000)、高さ情報が設定されている。これにより斜面68を表現

できることとなる。同様に地形ブロックpile121は、隅に谷が形成されるように高さ情報が設定されている。

【0068】零地帯66については、地形ブロックは配置されない。零地帯66は高さが零の平坦な場所であるため、未来戦車のオブジェクト情報を変更する必要がないからである。この、零地帯66は、未来戦車がゲーム中に最も位置する時間が長い場所に設定することが望ましい。このように設定すれば、未来戦車がこの場所に位置する場合には、オブジェクト情報変更部108によるオブジェクト情報の変更演算を行う必要がなくなり、データの処理量を節約できるからである。

【0069】障害物80、82は、未来戦車の発射するミサイルにより破壊可能なように設定されている。そして、破壊された場合には、この障害物80、82のあった位置には、その位置に応じた地形ブロックが設定される。

【0070】さて、オブジェクト情報変更部108では、以下のようにして、オブジェクト情報の変更が行われる。

【0071】まず、オブジェクト情報記憶部104より、未来戦車20のインデックス、例えばインデックス0が参照され、オブジェクト情報 (X0、Y0、Z0、θ0、φ0、ρ0) が読み出される。

【0072】ここで、未来戦車20には、図13に示すように、あらかじめ、その底面の4点A、B、C、Dに仮想的な地形情報検出センサ360、362、364、366が設けられている。そして、まず、オブジェクト情報変更部108は、読み出した未来戦車20のオブジェクト情報 (X0、Y0、Z0) から、この4点の位置情報A (Xa0、Ya0、Za0)、B (Xb0、Yb0、Zb0)、C (Xc0、Yc0、Zc0)、D (Xd0、Yd0、Zd0) を求める。

【0073】次に、オブジェクト情報変更部108は、これらの求められたA、B、C、D点の位置情報を読み出しアドレスとして、地形情報記憶部106から、A、B、C、D点の位置での地形情報、例えば高さ情報を読み出す。

【0074】なお、地形情報記憶部106を読み出す、読み出しアドレスとしては、必ずしも3次元の位置情報は必要なく、2次元の位置情報でも構わない。例えば、A点の地形情報を求める読み出しアドレスとしては、2次元の位置情報 (Xa0、Ya0) でも十分である。但し、例えば、ゲームフィールド上に橋などが存在する場合、未来戦車20がこの橋の上に位置するか、橋の下に位置するかでは、高さ情報が異なったものに設定される。従って、このような場合には、現在、未来戦車20は、橋の上に位置するのか、橋の下に位置するのかを区別するための情報、即ちZ座標が必要となる。

【0075】オブジェクト情報変更部108では、読み



出された高さ情報  $dZa0$ 、 $dZb0$ 、 $dZc0$ 、 $dZd0$  により、A、B、C、D 点の位置情報が例えば以下のように変更される。

【0076】

A ( $Xa0$ ,  $Ya0$ ,  $Za0$ )  $\rightarrow$  A' ( $Xa0$ ,  $Ya0$ ,  $Za0 + dZa0$ )

B ( $Xb0$ ,  $Yb0$ ,  $Zb0$ )  $\rightarrow$  B' ( $Xb0$ ,  $Yb0$ ,  $Zb0 + dZb0$ )

C ( $Xc0$ ,  $Yc0$ ,  $Zc0$ )  $\rightarrow$  C' ( $Xc0$ ,  $Yc0$ ,  $Zc0 + dZc0$ )

D ( $Xd0$ ,  $Yd0$ ,  $Zd0$ )  $\rightarrow$  D' ( $Xd0$ ,  $Yd0$ ,  $Zd0 + dZd0$ )

そして、この変更された点 A' B' C' D' より、図 13 (b) に示されるように、未来戦車 20 のオブジェクト情報のうち、( $Z0$ 、 $\phi0$ 、 $\rho0$ ) が次のように変更される。

【0077】 ( $X0$ 、 $Y0$ 、 $Z0$ 、 $\theta0$ 、 $\phi0$ 、 $\rho0$ )  
 $\rightarrow$  ( $X0$ 、 $Y0$ 、 $Z0'$ 、 $\theta0$ 、 $\phi0'$ 、 $\rho0'$ )

以上のようにして、オブジェクト情報記憶部 104 中の未来戦車 20 のオブジェクト情報が変更されたことになる。

【0078】次に、必要があれば、もう一つの移動体である敵未来戦車 22 のオブジェクト情報も変更される。

【0079】図 14 には、以上のように地形情報に基づいてオブジェクト情報を変更した場合の、疑似 3 次元画像の一例が示される。同図に示されるように、自機の未来戦車 20 は斜面 75 に位置している。従って、本 3 次元ゲーム装置は、この地形情報を反映して、画面が全体に斜めに傾いているように見えるような疑似 3 次元画像を合成している。この様子は、壁 62 の画像を見れば明かである。また、同様に、敵未来戦車 22 は第 2 の台地 76 上に位置するため、自機より上方向に見えており、地形情報が 3 次元ゲームに反映されているのが理解される。

【0080】なお、本実施例では、3 次元ゲームに地形情報を反映させて、例えば斜めに傾いて見えるような疑似 3 次元画像を合成する場合について説明した。しかし、本発明はこれに限られるものではなく、本発明の構成によれば、以下のように色々パターンで地形情報を 3 次元ゲームに反映させることができる。

【0081】例えば、地形情報として、スムーズに移動できる地形情報と、逆に、砂利道のようにガタガタな地形情報を用意する。具体的には、地形ブロックの高さ情報の設定をより細かく設定して、ガタガタ道の地形情報を細かく高さ情報が変化した地形ブロックにより表現する。そして、逆に、スムーズな道の地形情報を、全ての高さ情報が同じである地形ブロックにより表現する。これにより、例えば未来戦車 20 がガタガタ道を移動している場合は疑似 3 次元画像が細かく揺れ、スムーズな道を移動している場合は疑似 3 次元画像が全く揺れない

め、プレーヤは、ガタガタ道の移動、または、スムーズな道の移動を仮想体験できることになる。

【0082】また、3 次元ゲームに反映させる地形情報も前記したような高さ情報に限られるものではない。例えば、地形情報として、沼、湿地帯、砂漠といった地形情報を用意して、この沼、湿地帯、砂漠に未来戦車 20 が入り込むと、それぞれの地形に応じて速度を変化させるようにしてもよい。この設定は、具体的には以下のように行う。

10 【0083】前述したように、未来戦車 20 は、操作部 140 に接続されたアナログレバー 12、14 からの操作信号により操縦される。例えばプレーヤ 302 がアナログレバー 12、14 を前に倒して、未来戦車 20 が前方向に進んだとする。すると、その操作量に応じて、オブジェクト情報記憶部 104 に記憶されるオブジェクト情報は 1 フレームの間、即ち ( $1/60$ ) 秒 (以下、T 秒とする) 後に次のように変更される。

【0084】

( $X0$ 、 $Y0$ )  $\rightarrow$  ( $X0 + VX0 \times T$ ,  $Y0 + VY0 \times T$ )

20 なお、説明を簡単にするため、Z 座標及び方向情報  $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\rho$  については考えないこととする。

【0085】このようにして、変更されたオブジェクト情報に対して、以下のようにオブジェクト情報変更部 108 が地形情報に応じて負の値を加算する。

【0086】 ( $X0 + VX0 \times T$ ,  $Y0 + VY0 \times T$ )

$\rightarrow$  ( $X0 + VX0 \times T - dX0$ ,  $Y0 + VY0 \times T - dY0$ )

30 この加算される負の値  $-dX0$ 、 $-dY0$  は、地形情報記憶部 106 に記憶されており、未来戦車 20 の位置情報をアドレスとして読み出される。そして、この加算される負の値  $-dX0$ 、 $-dY0$  は、その位置の地形がスムーズな道か、沼か、湿地帯か、砂漠かで異なった値に設定されている。逆に、氷の道なるものを設定して、その道にはいると、正の値を加算して加速させるようにしてもよい。このように 3 次元ゲームに反映させる地形情報として、例えば速度情報を用いることで、非常にゲームの面白味を非常に高めることができる。

40 【0087】また、地形情報として速度情報を用いて、これと前述した仮想的な地形情報検出センサ 362 ~ 366 を組み合わせれば、よりゲームの面白味を高めることができる。例えば、ゲームフィールド 60 内にこの速度情報が異なって設定された地形ブロックを用意する。このようにすれば、移動体に設けられた 4 個の地形情報検出センサ 362 ~ 366 のそれぞれの位置で、それぞれ速度情報が異なったものと設定されるため、例えば、移動体をスピン等させることが可能となる。これにより、プレーヤは、スピンした移動体から見える疑似 3 次元画像を楽しむことが可能となる。この結果、プレーヤが移動体をスピンさせながら、そして、スピンした移動体の視点での疑似 3 次元画像を見ながら車を操縦して競争する、例えば氷上ドライビングゲーム等のゲームを提

供できることになる。

【0088】なお、本実施例では、仮想的な地形情報検出センサを移動体の4カ所の位置に設けた場合について説明したが、本発明はこれに限らず、仮想的な地形情報検出センサは少なくとも移動体の2カ所の位置に設ければよい。例えば、1方向の傾き、即ち $\phi$ 、もしくは $\rho$ の方向の傾きのみを地形情報により反映させるのであれば地形情報検出センサを少なくとも2カ所に設ければ十分である。また、2方向の傾き、即ち $\phi$ 及び $\rho$ の両方向の傾きを地形情報により反映させるのであれば、地形情報検出センサを少なくとも3カ所に設ければ十分である。但し、移動体が大きいのである場合、その大きさに応じて取り付けの地形情報検出センサの個数を多くすることが望ましい。

(2) 弾の移動位置、当たり判定への地形情報の反映さて、前述した実施例では、地形情報、例えば地形の凹凸などを合成される疑似3次元画像に反映させることでゲームの面白味を高めることができた。これに対し、本3次元ゲーム装置により表現される3次元ゲームが、例えば未来戦車ゲームなどの戦闘ゲームである場合は、プレーヤが見る疑似3次元画像のみならず、移動体が発射する弾の移動位置、あるいは当たり判定にもこの地形情報を反映させれば、ゲームの面白味をより高めることができる。なお、ここにいう弾とは、本3次元ゲームで使用するマシンガン、ミサイル等に限らず、例えばレーザ等の光線銃、斧、矢等のあらゆる種類の武器が含まれる。

【0089】即ち、地形情報を弾の移動位置又は当たり判定に反映させることにより、以下のようにゲームの面白味を高めることができる。例えば自機の未来戦車20が敵未来戦車22を狙う時は地形の凹凸を考慮しなければならないので、より複雑な照準作業が必要となる。逆に、敵未来戦車22から攻撃を受けた時には、高低差をつけて回避したり凹凸を障害物にするなど、地形の凹凸を利用できる。また、凹凸の地形により移動体が傾けば、これによる視線の上下動や、凹凸の地形自体の影で“死角”を複雑に入り組ませることができる。このように、地形の凹凸によって“攻撃”“回避”“死角”などがより複雑になり、戦闘ゲームとしては今までにない面白さが生まれることになる。この様子が図16に示される。

【0090】例えば、自機の未来戦車20が敵未来戦車22を攻撃をする場合は以下ようになる。即ち、図16の①では、自機は斜面を登っているため砲身が上を向き、弾は敵に当たらない。また、②では、自機は敵と同じ高さの平地にいるため、敵を正面にとらえることができる。また、③では、下り坂のため砲身が下を向いてしまい、弾は敵に当たらない。また、④では、自機を上り坂の終りぎわの微妙な場所に位置させれば、正面に敵をとらえることができる。更に、⑤では、自機は坂を登りきっているため高さが合わなく、敵をとらえることがで

きない。

【0091】逆に、自機の未来戦車20が、敵未来戦車22からの攻撃を回避する場合は、②以外の場所なら敵の弾は当たらないため、②以外の場所に回避すれば良いことになる。このように、地形情報を弾の移動位置、当たり判定に反映させることにより、従来の2次元ゲームにはない、より面白味のあるゲームを提供できることになる。

【0092】図15には、以上のような地形情報を弾の移動位置、当たり判定に反映させる実施例のブロック図が示される。

【0093】図15に示す実施例は、図1に示した実施例に対して、更に弾処理部120、引金判定部142を含んだ構成となっている。

【0094】引金判定部142では、プレーヤが弾の引金を引いたか否かが判定され、これにより弾の発射信号が形成される。

【0095】弾処理部120は、弾移動演算部122及び当たり判定部126を含んだ構成となっている。弾移動演算部122では、オブジェクト情報変更部108により変更された移動体のオブジェクト情報と、引金判定部142からの弾の発射信号から弾の移動位置が演算される。

【0096】当たり判定部126では、オブジェクト情報記憶部104から標的、例えば敵未来戦車22のオブジェクト情報が読み出され、このオブジェクト情報と、弾移動演算部122で演算された弾の移動位置とから、弾の当たり判定が行われる。弾が当たった場合は、この当たり判定情報を、オブジェクト情報記憶部104に記憶される種々の3次元オブジェクトのオブジェクト情報へ反映させる。

【0097】次に、本実施例の動作について説明する。

【0098】まず、オブジェクト情報変更部108により、地形情報記憶部106に記憶されている地形データを利用して、移動体、即ち未来戦車20のオブジェクト情報の変更演算が行われる。例えば未来戦車20が、図17(a)、(b)に示すように、斜面68の上に位置している場合、未来戦車20の高さ情報及び傾き情報が変更される。

【0099】この状態で、プレーヤが操作部140に接続されたトリガー16、18を操作すると、この引金操作信号が操作部140を介して引金判定部142に入力される。そして、引金判定部142において、マシンガン又はミサイルの引金を引いたか否かが判定され、引いたと判定されるとマシンガン又はミサイルの発射信号が形成され、この発射信号が弾処理部120の弾移動演算部122に出力される。

【0100】弾移動演算部122は、この発射信号の入力により、オブジェクト情報記憶部104から、発射信号が入力された瞬間の変更された移動体のオブジェクト

情報 (X0、Y0、Z0、θ0、φ0、ρ0) を読みに行く。

【0101】次に、弾移動演算部122は、発射位置が (X0、Y0、Z0) で、発射方向が (θ0、φ0) で、発射時間が発射信号が入力された時間である弾の移動位置を演算する。この場合の、弾の移動位置の演算により得られた弾の運動は、例えば、宇宙における未来戦車ゲームを想定したならば、方向が全くの直線運動となる。これに対して、地球等における未来戦車ゲームであって、重力を考慮するならば放物線運動となる。そして、このように放物線運動としたならば、未来戦車20の砲身が敵未来戦車22に完全に向いていなくても弾を当てることが可能となる。即ち、図3に示すように、未来戦車20と敵未来戦車22との間に第1、第2の台地76、78が介在して、自機から敵が見えない位置からでも、例えば長距離砲により敵を攻撃することが可能となる。これにより、3次元地形により敵から見えない死角の位置から敵を攻撃でき、ゲームの面白度を一段と高めることができる。

【0102】なお、この未来戦車ゲームでは、攻撃の軸線は移動体の正面方向とほぼ一致しているように設定されているため、移動体のオブジェクト情報を、弾の発射位置及び発射方向の初期値にほぼそのまま利用できる。しかし、ゲームによっては移動体と攻撃方向、即ち砲身の方向を個別に操作できるように設定する場合がある。そして、この場合は、弾移動演算部122は、移動体のオブジェクト情報と、砲身の操作信号により、弾の発射位置及び発射方向の初期値を決定することになる。

【0103】当り判定部126では、弾移動演算部122で演算された弾の移動した位置に、敵未来戦車22、あるいは障害物80、あるいは第2、第3の台地76等の地形情報がないか否かを、オブジェクト情報記憶部104のそれぞれのオブジェクト情報を参照して確かめ、状況に応じた当り判定信号を出力する。

【0104】例えば、弾の移動位置に敵未来戦車22があった場合は、この当り判定信号により、敵未来戦車22の位置にヒットしたことを表す3次元オブジェクト、例えば火柱の3次元オブジェクトを形成する。具体的には、オブジェクト情報記憶部104の中に、オブジェクト情報 (X、Y、Z) が敵未来戦車22の位置と同じである火柱のオブジェクト情報を新たに形成する。また、同時に、この当たった弾により、敵未来戦車22に与えたダメージを演算する。そして、このダメージの演算により敵未来戦車22が破壊されたと判断された場合は、オブジェクト情報記憶部104に記憶される敵未来戦車22のオブジェクト情報を消去する等の処理を行う。また、破壊はしなかったが、弾のダメージにより敵未来戦車22が変形したと判断された場合は、敵未来戦車22を表すオブジェクト情報のインデックスを変形した敵未来戦車を表すオブジェクト情報のインデックスに変更す

る。これにより、画像合成部200により、変形した敵未来戦車を映し出すことができる。

【0105】また、例えば弾の移動位置に障害物80があった場合は、オブジェクト情報記憶部104内の障害物80のオブジェクト情報を消去する。これにより弾により障害物80を破壊することが可能となる。なお、この場合、障害物80のあった位置には、その位置にあるべき地形情報を、地形情報記憶部106内に形成する。

【0106】また、例えば弾の移動位置に第2の台地等の地形があった場合は、その弾は無効となり、オブジェクト情報記憶部104内の弾のオブジェクト情報を消去する。

【0107】以上のようにしてオブジェクト情報を変更した後、画像合成部200において、変更後のオブジェクト情報に応じた疑似3次元画像が画像合成される。図17(a)、(b)には、このようにして画像合成された疑似3次元画像の一例が示される。同図(a)では、上向きに傾いた未来戦車20から、上向きにマシンガン96が発射されている疑似3次元画像が示されている。また、同図(b)には、上向きにミサイル98が発射されている疑似3次元画像が示されている。これにより、弾の移動位置、当り判定に地形情報、即ち斜面68の傾き情報が反映されていることが理解される。

### (3) 弾の追尾システム

さて、上記に示した実施例により、弾の移動位置、当り判定に地形情報を反映することが可能となった。しかし、このように3次元の地形情報を弾の移動位置等に反映させるゲームとした場合、弾の照準作業が従来よりも難しくなる。例えば、図16で説明したように、自機の未来戦車20が敵未来戦車22に弾を当てることのできるのは、図16において②あるいは④の場合だけである。従って、敵未来戦車22に簡単に逃げられてしまう可能性がある。この場合、前記したように弾の運動を、重力を考慮して放物線運動としたならば、当たる範囲が少し増えるが、それでも例えば敵未来戦車22が遠くの距離に位置する場合は、当てるのは難しい。このように、なかなか攻撃側の弾が当たらないようなゲーム構成とすると、ゲームが進まず、いまいちスピード感の溢れる3次元ゲームを提供できないこととなってしまう。そこで、本実施例では、新たに弾の追尾システムを設け、この問題を解決している。

【0108】図18には、このように弾に追尾システムを設けた場合の実施例のブロック図が示される。図18に示す実施例は、図15に示した実施例に対して、新たに追尾移動演算部124を含んだ構成となっている。追尾移動演算部124による弾の追尾移動位置の演算は以下のように行われる。

【0109】まず、弾移動演算部122から、弾、例えばミサイルの弾の移動位置が追尾移動演算部124に入力される。このミサイルの弾の移動位置は、前述した実

施例で示したように、地形情報を反映した弾の移動位置として演算されている。

【0110】追尾移動演算部124では、このミサイルの弾の移動位置を、オブジェクト情報記憶部104に記憶される敵未来戦車22のオブジェクト情報に基づいて、変更する演算を行う。図19、図20には、追尾移動演算部124により変更されたミサイルの追尾移動位置の例が示され、図19は、追尾によりミサイルが命中した場合、図20は追尾したがミサイルが命中しなかった場合について示される。以下、図19、20に基づいて追尾移動位置の演算について説明する。なお、説明を簡単にするため、ここでは2次元の場合について説明す \*

$$\begin{aligned} M1(X1, Y1) &= M0(X0, Y0) + V(VX, VY) \times T \\ &= (X0 + VX \times T, Y0 + VY \times T) \\ &= (X0 + VX \times T, Y0 + VY \times T) \end{aligned}$$

と演算される。従って、このような演算方式であると、図19の場合も図20の場合も、ミサイルは敵未来戦車22に命中しないことになる。

【0113】これに対し、追尾移動演算部124では、※

$$\begin{aligned} D0(DX0, DY0) &= E0(XE0, YE0) - M0(X0, Y0) \\ M1(X1, Y1) &= M(X0, Y0) + V(VX, VY) \times T + K \times D0(DX0, DY0) \end{aligned}$$

と演算される。従って、X1、Y1は、

$$X1 = X0 + VX \times T + K \times (XE0 - X0)$$

$$Y1 = Y0 + VY \times T + K \times (YE0 - Y0)$$

と演算される。ここで、Kは追尾定数であり、このKが大きいくほどミサイルの追尾力を高めることができる。

【0114】同様に、次の、ミサイルの移動位置M2(X2, Y2)、M3(X3, Y3)、-----、Mn(Xn, Yn)は以下のように演算される。

【0115】

$$X2 = X1 + VX \times T + K \times (XE1 - X1)$$

$$Y2 = Y1 + VY \times T + K \times (YE1 - Y1)$$

$$X3 = X2 + VX \times T + K \times (XE2 - X2)$$

$$Y3 = Y2 + VY \times T + K \times (YE2 - Y2)$$

$$Xn = Xn-1 + VX \times T + K \times (XE(n-1) - X(n-1))$$

$$Yn = Yn-1 + VY \times T + K \times (YE(n-1) - Y(n-1))$$

さて、このように弾の移動位置を追尾移動演算部124により変更演算した結果、最終的にミサイル98の進行方向上に、敵未来戦車22が位置すると、図19のようにミサイル98は敵未来戦車22に命中する。逆に、進行方向上に敵未来戦車22が位置しないと、ミサイル98は敵未来戦車22に命中しないことになる。また、上式からわかるように、敵未来戦車22が、ミサイルの追尾力より速く逃げれば、敵未来戦車22は、ミサイル攻撃から逃れることができる。従って、この追尾定数Kの値を、敵未来戦車22の速度等を考慮して適当に選択することにより、命中する範囲を調整することができ、これによりゲームの難易度を調整することが可能となる。

【0116】なお、ミサイル追尾の変更演算は上式のも ★50

\* するが、実際にはこの演算は3次元で行われている。

【0111】今、ミサイル98の初期位置をM0(X0, Y0)として、敵未来戦車22の位置をEn(XEn, YEn)とする。また、演算は1フレーム毎(1/60秒)に行われることとし、1フレームの時間をTとする。

【0112】まず、弾移動演算部122よりミサイルの初期位置M0(X0, Y0)及びミサイルの速度V(VX, VY)が入力される。これにより、もし追尾移動演算部124での変更演算が行われなかったなら、次のミサイルの移動位置M1(X1, Y1)は、

※まず、オブジェクト情報記憶部104より敵未来戦車22の初期位置E0(XE0, YE0)が読み出され、これにより、次のミサイルの移動位置M1(X1, Y1)は、

★のに限らず、種々の方式のものを用いることができる。

例えば、図19、図20に示す、ミサイルの進行方向と敵未来戦車22の方向との間の角度θを用いて、

$$Xn = Xn-1 + VX \times T + K \times \theta \times Xn-1$$

$$Yn = Yn-1 + VY \times T + K \times \theta \times Yn-1$$

と演算することもできる。

【0117】以上のように追尾システムによる弾の移動位置の変更演算をした後、前述したと同様に当り判定部126において、当り判定の演算が行われ、画像形成部200において、この当り判定に応じた疑似3次元画像が画像合成される。

【0118】図21(a)～(d)には、ミサイル98が敵未来戦車22を追尾して、命中するまでの疑似3次元画像の例が示される。同図(a)は、未来戦車20がミサイル98を発射したときの状態である。同図に示されるように、自機の未来戦車20は斜面75の位置にいる。従って、未来戦車20の砲身は敵未来戦車22の方向に向いていない。このため、もしミサイル98に追尾システムがなければ、自機の未来戦車20は、敵にミサイル98を当てることができないことになる。同図

(b)、(c)には、発射後、ミサイル98が敵未来戦車22を追尾してゆく様子が示される。この時点で、敵未来戦車22が逃げ、その逃げる速度が速ければ、ミサイル98は追尾することができず、ミサイル98は命中しない。同図(d)には、ミサイル98が追尾により敵未来戦車22に命中した場合の疑似3次元画像が示される。同図に示すように、この場合は、当り判定部126が、敵未来戦車22の位置に当りのマーク、即ち火柱9

9を出すよう命令している。

【0119】以上のように、本実施例によれば、3次元で形成された地形において、その地形情報を弾の移動位置、当り判定に反映させた場合でも、追尾システムを用いることで敵に対する攻撃を容易に行えるようゲーム設定できる。そして、この場合、敵の速度等の関係で、追尾定数Kを適当に調整することで、種々の難易度のゲーム設定をすることができ、非常に柔軟性に富んだ3次元ゲーム装置を実現できることになる。

#### (4) マルチプレーヤ型ゲーム

図22には、本発明に係る3次元ゲーム装置を、人対人のマルチプレーヤ型のゲーム構成とする場合の、ブロック図の一例が示される。

【0120】同図に示すように、この場合は、同じ構成の操作部140、ゲーム空間演算部100、オブジェクト情報記憶部104、画像合成部200、CRTを2台以上の複数台用意する。そして、同図に示すように、オブジェクト情報記憶部104に記憶されるオブジェクト情報を共通化させることで、本3次元ゲーム装置を、前記の図5に示したマルチプレーヤ型のゲーム構成とすることができる。この場合、共通化するデータとしては、最低限、移動体のオブジェクトデータを共通化すればよい。また、ミサイル、マシンガン等の弾で攻撃するゲーム構成とする場合は、この弾に関するオブジェクト情報についても共通化する。そして、共通化の方法は、通信等で行っても良いし、オブジェクト情報記憶部104、104が設置される基板等を共通化させて接続してもよい。

【0121】なお、このようにマルチプレーヤ型とする場合、仮想3次元を構成する3次元オブジェクトを全て共通化させる必要はなく、例えば、プレーヤ302とプレーヤ303が見ることができる仮想3次元空間の構成を微妙に異ならせることで、よりバラエティーに富んだゲーム空間を構成することもできる。

【0122】また、本3次元ゲーム装置をマルチプレーヤゲームとする構成は、図22に示すものには限られない。例えば、1フレームである(1/60)秒の間に、図7(a)に示すフレームデータ及びそれに連なるオブジェクトデータ、ポリゴンデータ構成されるデータ群が複数存在できるよう設定する。このようにすれば、複数存在するデータ群のそれぞれのフレームデータにより、それぞれ異なった視点位置、視点方向の設定ができることになる。このように設定すれば、ハードウェアのスピード上、許される範囲で、1つのゲーム空間演算部100、画像合成部200により、視点位置、視点方向が異なる複数の疑似3次元画像を形成できることになる。そして、この異なる視点位置、視点方向から見た疑似3次元画像を、それぞれのプレーヤのCRTに表示することで、図22に示すように複数台の画像合成部、ゲーム空間演算部を設けなくても、マルチプレーヤ型3次元ゲー

ム装置を実現できることになる。

#### 4. 頭部装着体を使用した実施例

##### (1) 頭部装着体

本実施例に係る3次元ゲーム装置は、例えばプレーヤが頭部装着体を装着しゲームを行う構成とすることもできる。

【0123】この頭部装着体は、液晶ディスプレイ等の表示装置を、プレーヤの視野を覆うようにプレーヤの目の前に取り付けることで構成される。そして、この頭部装着体には、空間センサと呼ばれる装置が取り付けられ、これによりプレーヤの3次元情報を検出させる。そして、この空間センサからの検出信号に応じた映像を生成し、これを表示装置に表示してやることで、例えば普段何気なく行っている見回すというような動作を、仮想空間において、現実空間と同じような臨場感で体験することができるとなる。

【0124】図23(a)、(b)には、この頭部装着体609の形状の一例が示される。

【0125】図23(a)は、プレーヤ用の空間センサ612、画像表示装置620、スピーカ622を、ヘルメット614に設けて構成される装着体609が示される。このタイプの装着体によれば、ヘルメット614をプレーヤが装着することにより外部と完全に隔離した世界を作ることができるため、より臨場感溢れる仮想現実を楽しむことができる。これに対して図23(b)に示す装着体609は、プレーヤ用の空間センサ612、画像表示装置620、スピーカ622が、装着バンド616に一体的に取り付けて構成されているため、より軽快感溢れる装着感を実現することができる。なお、本実施例に使用される装着体としては、図23(a)、(b)に示す形状のものに限らず種々の形状のものを使用することが可能である。

【0126】画像表示装置620は、プレーヤの視界を覆うようにプレーヤの目の前に取り付けられ、画像合成部200から接続線618を通じて送られてくる画像情報を画像表示するものである。この場合の画像表示方法としては、頭部装着体609を小型化し装着感を向上させるべく、例えばカラー液晶ディスプレイ、小型ブラウン管等の小型のディスプレイを用いることが望ましい。また、映像に目の焦点を合わせるべく、更に、視野角を広げて臨場感を向上させるべく光学系により補正することが望ましい。

【0127】ここで、小型ディスプレイの形状としては、プレーヤの顔の形状に沿ってプレーヤの視界を覆うように形成し、パノラマ映像効果を得るような形状としてもよいし、2つの小型ディスプレイをそれぞれプレーヤの両眼の前に形成するような形状としてもよい。後者の場合は、両眼に与えられた平面的な2次元画像に視差のある画像を与えること等により、3次元的な立体感を与えるような形成することが望ましい。このように構成

すれば、物体の大きさや、物体までの距離を把握することができるようになるため、より現実世界に近づいた仮想世界を作り出すことが可能となるからである。

【0128】空間センサ612は、プレーヤの3次元情報を検出するセンサであり、図23に示すようにプレーヤに取り付けられ、接続線618を介して図24に示すように画像合成部200側に接続されている。この空間センサ612は、所定の位置に設けられた空間センサ用信号発生器からの信号によりプレーヤの3次元情報を検出できるよう形成されている。この3次元情報の検出手法としては、空間センサ612を直交した3つのコイルで構成し、空間センサ用信号発生器から発生する磁場により、空間センサ612のコイルに誘起される電流を検出し、その電流値から位置関係を検出する。これによりプレーヤの3次元情報が検出されることとなる。

【0129】なお、空間センサ612及び空間センサ用信号発生器による3次元情報の検出方法としては、上記の動磁界を利用したものに限らず、例えば、静磁界を利用したもの、超音波、赤外線を利用したものを用いてもよい。

【0130】図24には、このような頭部装着体609を本実施例に適用した場合の構成の一例が示される。

【0131】図24に示すように、頭部装着体609を使用する場合は、画像合成部200内の処理部214内に座標抽出部682を新たに設け、それ以外の構成はこれまで述べた実施例と同様の構成となる。ここで、座標抽出部682は、前記した空間センサ612から入力された検出信号により、プレーヤの視点位置及び視点方向を抽出する。そして、この視点位置及び視点方向の情報をを用いて、プレーヤの視点位置及び視点方向における仮想視界画像を形成する。

【0132】この場合の、仮想視界画像の形成手法は、前記の図8での演算手法と同様の手法に行う。即ち、処理部214は、ゲーム空間演算部100からオブジェクト情報を、3次元画像情報記憶部204からこれに対応した3次元画像情報を読み出し、これらの情報から、図7に示すフォーマットのデータを形成する。この際、前記の座標抽出部682で抽出したプレーヤの視点位置及び視点方向の情報を、図7(a)に示すフレームデータ内に含ませる。

【0133】次に、座標演算部216は、このフォーマットのデータを読み出し、この各頂点座標等に対し各種の座標変換演算処理を行う。この場合、視点座標系への変換は、フレームデータ内に含ませられた前記のプレーヤの視点位置及び視点方向の情報をを用いて行う。

【0134】その後、クリッピング処理部218、透視変換部220、ソーティング処理部222において各種の処理が行われ、画像形成部240でポリゴン内で画像情報が演算され、プレーヤの装着する頭部装着体609に備え付けられた画像表示装置620に画像出力され

る。

【0135】このような構成により、プレーヤは仮想現実世界でのゲームを楽しむことができる。即ち、表示画像は、従来のようにCRT等の表示装置に映し出されるのではなく、プレーヤの視界を覆うように装着された画像表示装置620に映し出される。そして、この画像表示装置620には、前記の空間センサ612、座標抽出部682を用いて、プレーヤの視点位置、視点方向における仮想視界画像が映し出される。従って、プレーヤは、仮想3次元空間での任意の方向での視界画像を、頭部装着体609が装着された自分の頭を向けることで見ることができることとなる。

【0136】この結果、本実施例をドライビングゲームに適用した場合、例えば後ろを振り返ることで、追いかけて来る相手のレーシングカーを確認するというようなことができる。

【0137】また、本実施例をシューティングゲームに適用した場合は、プレーヤの周りの360度全方向に設定された仮想3次元空間において、空間内の四方から攻撃して来る敵機に対して、シューティングゲームを楽しむことができることになる。この結果、より現実世界に近づいたゲーム空間を形成することができ、ゲームの面白さ、臨場感、緊迫感を飛躍的に向上させることができる。

## (2) 実空間映像と仮想視界画像の合成

さて、前述した頭部装着体を用いた3次元ゲーム装置において、映像カメラにより撮像される実空間映像と画像形成部から出力される仮想視界画像とを合成できれば、更に現実味溢れる3次元ゲーム装置を実現できる。図25には、このような画像合成が可能な実施例のブロック図が示される。また、図26(a)には、この3次元ゲーム装置の外観図が示される。

【0138】図26(a)において、本物に極めて似せて作られた未来戦車630は、内側が全てブルーの色に塗られたドーム1の中のフロア4の上に設置されている。ここで、このフロア4もドーム1の内側と同様に全てブルーの色に塗られている。そして、この未来戦車630には、プレーヤ650が搭乗している。

【0139】未来戦車630は、例えば、操縦席636、左側駆動部632、右側駆動部634、アナログレバー640、641、計器盤644等を含んで構成されている。そして、例えば左側駆動部632、右側駆動部634はプレーヤ650のアナログレバー640、641の操作により自在に操舵されるように形成されている。そして、後述するように、プレーヤ650は映像カメラ610によりこれらの動きの変化を見ることができることとなる。

【0140】計器盤644は、例えばスピードメータ、燃料計、警告計(図示せず)を含んでおり、プレーヤ650の運転状態により変化するように構成されている。

即ち、プレーヤ650のアナログレバー640、641への操作に応じて、スピードメータが変化し、また、ゲーム終番になり燃料が尽きてくると燃料計がこれを示すように構成される。更に、未来戦車630のエンジン等にトラブルが生じると警告計が点滅し、プレーヤ650は映像カメラ610によりこれを知ることができる。

【0141】また、未来戦車630の下部には、姿勢制御部624が設けられ、ゲームフィールド60の地形情報、プレーヤ650の操作信号に応じて、未来戦車630の姿勢変化、加速変化が制御される。これにより、姿勢制御部624は、例えば図26(b)に示す斜面75を未来戦車630が通過した場合には、この斜面の角度に応じた姿勢の制御を行うことになる。この結果、より現実世界に近づいた仮想世界を体験できる。また、未来戦車630が通過した地形ブロックが砂利道であった場合は、これに応じて姿勢制御部624は、細かな振動を発生させることができる。これらの姿勢制御は、ゲーム空間演算部100により行われ、制御するための情報は、前述した地形情報記憶部106に格納された地形情報を用いて生成する。これにより、前述した実施例のように地形情報を疑似3次元画像に反映するのみならず、姿勢制御にもこの地形情報を反映させることができ、ゲームの面白さを格段に向上させることができる。

【0142】プレーヤ650には、頭部装着体608がプレーヤ650の視界を覆うように装着されている。この頭部装着体608の構成は、図23(c)、(d)に示すように、図23(a)、(b)に示した頭部装着体609に対して、映像カメラ610が新たに加わった構成となっている。

【0143】この映像カメラ610は、プレーヤ650が現実世界を見るために使用するものであり、例えば図23(c)、(d)に示すように、プレーヤ650の視点位置(目の位置)に近い位置に設定し、そのアングルもプレーヤ650の視界方向と一致するように設定することが望ましい。このように設定すれば実際にプレーヤ650から見える現実世界の映像を、より違和感なく見ることができるからである。なお、映像カメラ610の撮像手段としては、例えば高解像度CCD等を用いる。

【0144】ドームには空間センサ用信号発生器13が設けられており、これとプレーヤ650の頭部に設けられた空間センサ12により、プレーヤの3次元情報を検出することができる。

【0145】次に、本実施例による画像合成の手法について以下に説明する。

【0146】本実施例では、図26(b)に示すように、映像カメラ610で撮影した実3次元空間における実空間映像700と、仮想3次元空間における仮想視界画像702とを画像合成して、表示画像704を形成している。そして、この表示画像704は、接続線618を通じて画像表示装置620に出力され、実際にプレー

ヤ650が見る視界画像となる。

【0147】この画像合成を、本実施例ではブルーマット合成により行っている。つまり、未来戦車630及びその付属物、自分自身であるプレーヤ650等、以外のもの、即ちドーム1の内側及びフロア4を全てブルーの色にしておく。このようにすると、実空間映像700において、未来戦車630、アナログレバー640、641、プレーヤの手654等以外は全てブルーの背景となる。そして、この実空間映像700のうちブルーの色の部分の画素を全て空きドットに設定し、これに仮想視界画像702に重ね合わせることで表示画像704を得ることができる。この場合、例えばドーム1には主にプレーヤ650から見える背景が、フロア4には、未来戦車630が走っているゲームフィールド60の路面状況が映し出される。

【0148】この場合の3次元ゲーム装置の実施例のブロック図が図25に示される。

【0149】図25に示す実施例は、図24に示す実施例に、新たに映像カメラ610が接続される表示画像合成装置680、姿勢制御部624が加わった構成となっている。従って、空間センサ612、空間センサ用信号発生器613、座標抽出部682によりプレーヤ650の3次元情報を抽出し、これによりプレーヤ650から見える仮想視界画像702が画像形成部240から出力される。

【0150】表示画像合成装置680では、この仮想視界画像702と、映像カメラ610で撮像された実空間映像700との画像合成が行われる。この画像合成の手法としては種々の手法が考えられるが、本実施例では例えばブルーマット合成による手法によってこれを行っている。図27には、この場合の表示画像合成装置680の構成の詳細が示されている。

【0151】即ち、図27において、映像カメラ610から入力された実空間映像700を表す画像信号は、表示画像合成装置680内においてまずフィルター900に通されRGBの3原色の成分に分けられる。そして、これらの成分のそれぞれが例えば8ビットのデジタルデータに、A/D変換回路902にてA/D変換され、これにより各画素毎に24ビットのRGBデジタルデータが求められる。そして、この実空間映像700における各画素の24ビットのRGBデジタルデータが、ドーム1の裏側及びフロア4に塗られたブルーの色の24ビットのRGBデジタルデータと一致するか否かが、空きドット判定回路904にて各画素毎に演算され、判断される。そして、この判断結果は、空きドットメモリ906に書き込まれる。空きドットメモリ906は、表示画像の全ての画素に対応した1ビットメモリの構成となっており、各画素毎に空きドットか否かの空きドット判定データが1ビットデータとして書き込まれる。

【0152】表示画像合成装置680には、表示画像の

各画素に対応したフィールドバッファ910が内蔵されている。そして、データ制御部908により、空きドットメモリ906に書き込まれている空きドット判定データが参照され、フィールドバッファ910の各画素位置に実空間映像が書き込まれる。即ち、空きドット判定データにより、その画素が空きドットであると判断された場合は、フィールドバッファ910のその画素位置には、実空間映像は書き込まれない。逆に、空きドット判定データにより、その画素が空きドットではないと判断された場合には、実空間映像の24ビットのRGBデジタルデータがそのまま書き込まれることとなる。

【0153】次に、データ制御部908により、空きドットメモリ906に書き込まれている空きドット判定データが参照され、フィールドバッファ910の各画素位置に、画像形成部240により演算された仮想視界画像情報が重ね書きされる。即ち、空きドット判定データにより、その画素が空きドットであると判断された場合は、仮想視界画像情報がそのまま書き込まれる。逆に、空きドット判定データにより、その画素が空きドットではないと判断された場合には、なにも書き込まれず、この画素位置には実空間映像が表示されることとなる。

【0154】以上の書き込みを行なった後、データ制御部908によりフィールドバッファ910から各画素位置の画像情報データが読み出される。そして、この画像情報データは接続線618を通して画像表示装置620に画像出力され、プレーヤ650は、実空間映像700に仮想視界画像702が組み込まれた表示画像704をリアルタイムに見ることができることとなる。

【0155】なお、以上の画像情報の書き込みと、読み出しは、例えばフィールドバッファ710を2画面分の構成とすることにより、同時に行うように構成することがより望ましい。

【0156】さて、ゲーム空間演算部100では、音声合成部678を通じてスピーカ622より出力される音声信号、及び、姿勢制御部624への姿勢制御信号が生成され、これにより音声合成及び姿勢制御が行われる。

【0157】例えば姿勢制御は以下のようにして行われる。まず、未来戦車のオブジェクト情報が、地形情報記憶部106の地形情報を利用して、オブジェクト情報変更部108により変更される。そして、この変更されたオブジェクト情報、即ち地形情報が反映されたオブジェクト情報(X0、Y0、Z0、θ0、φ0、ρ0)を用いて姿勢制御信号が生成される。そして、この姿勢制御信号は姿勢制御部624に出力され、これにより姿勢制御が行われることになる。

【0158】以上の構成の本実施例により、プレーヤ650は、極めて本物に近い未来戦車630の左側駆動部632、右側駆動部634等の動きを、映像カメラ610を通じて実際に自分の目で確認しながら、仮想3次元空間内で未来戦車630を自由自在に操縦することがで

きる。これにより操作性も大幅に向上し、また、より現実に近い仮想現実世界を表現できることとなる。

【0159】なお、表示画像合成装置680における画像合成の手法としては、上記したものに限らず、例えばブルーではなくレッドを用いて画像合成したり、複数の色を用いて画像合成したり、種々の手法を用いることができる。

【0160】また、本実施例は、図26に示すような一人乗りの3次元ゲーム装置のみならず、図28(a)～(c)に示すような複数のプレーヤが搭乗できるアトラクションタイプの3次元ゲーム装置にも適用できる。

【0161】このアトラクションでは、図28(a)に示すように、複数のプレーヤが、巨大未来戦車734のキャビン720内に乗り込む。キャビン720内は、本物に極めて似せて作られており、例えば操縦席、戦闘席等が設けられている。この場合、特にプレーヤが直接に触る操縦桿732、操作盤730は、戦闘砲744は、極めて本物に似せて精巧に作られている。

【0162】キャビン720内に乗り込んだプレーヤは、それぞれの役割に従って、操縦士、副操縦士、射撃手として操縦席、戦闘席等に配置される。そして、操縦席に配置された操縦士746、副操縦士747は、操縦席用窓722に前述したブルーマト方式により映し出された疑似3次元画像を見ながら操縦桿732、操作盤730等により巨大未来戦車734の操縦を行う。この場合、本実施例では、前述したように各プレーヤに空間センサ12を取り付け、各プレーヤ毎に視界方向を演算し、この演算により得られた視界画像を画像表示装置620に表示している。この結果、巨大未来戦車734に近づいてくる障害物740の見え方が、操縦士746、副操縦士747、射撃手748とで異なって見えるように設定できるため、より臨場感、現実感溢れるアトラクションを提供できることとなる。更に、操縦士746、副操縦士747は、本物に極めて似せて作られた操縦桿732、操作盤730を操作しながら巨大未来戦車を操縦できるため、本物の巨大未来戦車を操縦しているかのような感覚でプレイできることとなる。

【0163】戦闘席に配置された射撃手748、749は、戦闘砲744により、左側窓724、右側窓725にブルーマト方式により映し出される敵742を攻撃する。この場合のゲーム成績は、ゲーム空間演算部100により演算されて、ゲーム中にリアルタイムに、もしくはゲーム終了後に全員の乗組員のゲーム結果として表示されることになる。

【0164】なお、図28(b)に示すように、プレーヤが乗り込む巨大未来戦車734は、油圧等を用いた姿勢制御部624により、地形情報及びプレーヤの操作信号に応じて姿勢、加速Gが制御され、より現実感が増すような構成となっている。

【0165】なお、本発明は上記実施例に限定されるも



のではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0166】例えば、本発明に係る3次元ゲーム装置は、種々のハード構成の装置に適用できる。即ち、例えば業務用のビデオゲーム装置、あるいは、前記したようなアトラクション用のゲーム装置、また、教習所用のドライビングシュミレーション等にも適用できる。また、例えば図29に示すような構成の家庭用ビデオゲーム装置にも適用できる。

【0167】この家庭用ビデオゲーム装置は、ゲーム用カートリッジ401及びゲーム機本体400からなり、コネクタ498により接続される。ゲーム用カートリッジ401は、補助演算処理部410、第1の記憶部480、第2の記憶部490を含んで構成される。第1の記憶部480は、例えば不揮発性メモリで形成され、地形情報記憶部106、オブジェクト情報記憶部104、3次元画像情報記憶部204を含んで構成される。また、補助処理演算部410は、画像供給部212、画像形成部240、オブジェクト情報変更部108、制御部214を含んで構成される。更に、第2の記憶部490は替え可能なメモリで構成されている。

【0168】この家庭用ビデオゲーム装置は、図1に示した実施例とほぼ同様の動作をする。即ち、第1の記憶部480に記憶されたオブジェクト情報、地形情報と、操作部408からの操作信号を利用して、中央処理部102及び補助演算処理部410によりゲーム空間の設定、即ちオブジェクト情報の設定が行われる。次に、このオブジェクト情報と第1の記憶部480に記憶された3次元画像情報とを利用して、補助処理演算部410、中央処理部102により疑似3次元画像が演算され、その結果は、第2の記憶部490に記憶される。その後、この記憶された画像情報は、映像処理部404、必要に応じてビデオRAM406を介して映像出力される。

【0169】この構成の家庭用ビデオゲームによれば、例えば画像合成の手法を変更する場合、高価なゲーム機本体400をほとんど変更する必要がなく、ゲーム用カートリッジ401の特に補助演算処理部410の演算処理を変更するだけで対応できることとなる。

#### 【0170】

【発明の効果】本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、地形情報が反映された疑似3次元画像を形成でき、これによりゲームの面白さを格段に高めることができる。この場合、少なくとも2以上の地形情報検出センサを移動体に設けることにより、更にゲームの面白さを高めることができる。

【0171】また、本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、地形情報が反映された弾移動位置の演算、当たり判定が可能となり、より変化に富んだ3次元ゲーム空間を形成できる。

【0172】また、本発明に係る3次元ゲーム装置によ

れば、弾に追尾機能をもたせることで、このように変化に富んだ3次元ゲーム空間において、ゲームの難易度を簡易に調整できることになる。

【0173】また、本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、プレーヤの位置及び方向情報を検出することにより、簡易に仮想現実を実現でき、また、実空間映像と仮想空間画像を合成することにより、より現実に近い仮想現実を表現できる。これにより3次元ゲームの面白さを更に高めることができる。

【0174】また、本発明に係る3次元ゲーム装置によれば、地形情報が反映され搭乗体の姿勢制御を行うことができ、これにより、より現実に近い搭乗感覚を表現できることになる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る実施例の一例を示すブロック図である。

【図2】本3次元ゲーム装置の外観を示す概略図である。

【図3】本3次元ゲーム装置のゲームフィールドを示す概略図である。

【図4】本3次元ゲーム装置により画像合成された疑似3次元画像の一例を示す概略図である。

【図5】本3次元ゲーム装置を二人プレーで行う場合の外観を示す概略図である。

【図6】オブジェクト情報記憶部に記憶されるオブジェクト情報を説明するための概略説明図である。

【図7】本3次元ゲーム装置により取り扱われるデータフォーマットの一例を示す図である。

【図8】ポリゴン内部の画像情報を演算する手法について説明するための概略説明図である。

【図9】地形情報記憶部の階層構造について説明するための概略説明図である。

【図10】地形情報記憶部の階層構造について説明するための概略説明図である。

【図11】ゲームフィールドにおける地形ブロックの配列について説明するための概略説明図である。

【図12】地形情報記憶部の階層構造について説明するための概略説明図である。

【図13】移動体に設けられる地形情報検出センサについて説明するための概略説明図である。

【図14】地形情報が反映された疑似3次元画像を示す概略図である。

【図15】本発明に係る実施例の一例を示すブロック図である。

【図16】弾移動位置への地形情報の反映について説明するための概略説明図である。

【図17】地形情報が反映された弾移動位置が表された疑似3次元画像を示す概略図である。

【図18】本発明に係る実施例の一例を示すブロック図である。

【図19】弾の追尾システムについて説明するための概略説明図である。

【図20】弾の追尾システムについて説明するための概略説明図である。

【図21】弾が追尾して命中するまでの疑似3次元画像を示す概略図である。

【図22】マルチプレーヤ型のゲーム構成にする場合の構成を示すブロック図である。

【図23】頭部装着体の形状を示す概略図である。

【図24】本発明に係る実施例の一例を示すブロック図である。

【図25】本発明に係る実施例の一例を示すブロック図である。

【図26】実空間映像と仮想視界画像を合成できる3次元ゲーム装置を説明するための概略説明図である。

【図27】表示画像合成装置の構成を示すブロック図である。

【図28】本3次元ゲーム装置をアトラクション型のゲームに適用した場合について説明するための概略説明図である。

【図29】家庭用ビデオゲーム装置に本発明を適用した場合について示すブロック図である。

【図30】従来のゲーム装置により表現されるゲーム画面を示す概略図である。

#### 【符号の説明】

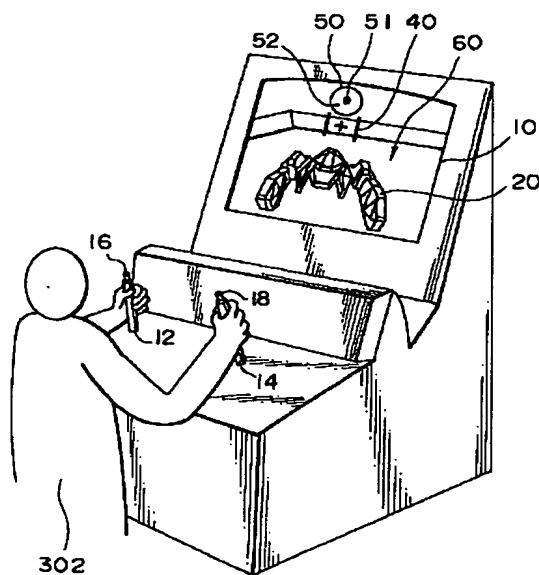
- 10 CRT
- 20 未来戦車
- 22 敵未来戦車

#### \* 60 ゲームフィールド

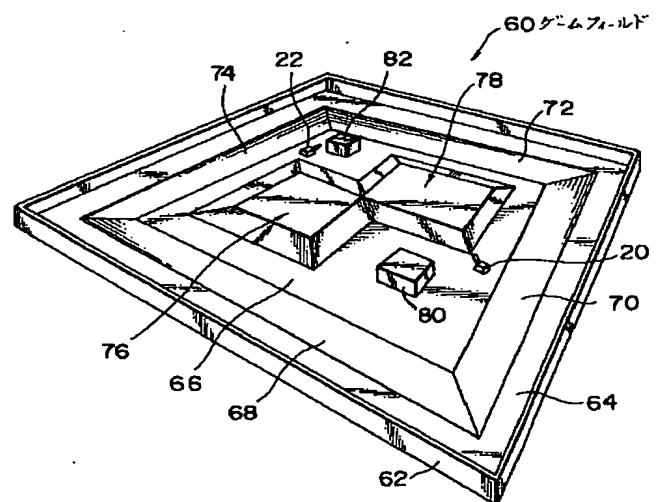
- 100 ゲーム空間演算部
- 102 中央処理部
- 104 オブジェクト情報記憶部
- 106 地形情報記憶部
- 108 オブジェクト情報変更部
- 120 弾処理部
- 122 弾移動演算部
- 124 追尾移動演算部
- 126 当り判定部
- 140 操作部
- 200 画像合成部
- 202 画像演算部
- 204 3次元画像情報記憶部
- 212 画像供給部
- 214 処理部
- 216 座標変換部
- 218 クリッピング処理部
- 220 透視変換部
- 222 ソーティング処理部
- 240 画像形成部
- 608、609 頭部装着体
- 612 空間センサ
- 610 映像カメラ
- 620 画像表示装置
- 624 姿勢制御部
- 680 表示画像合成装置

\*

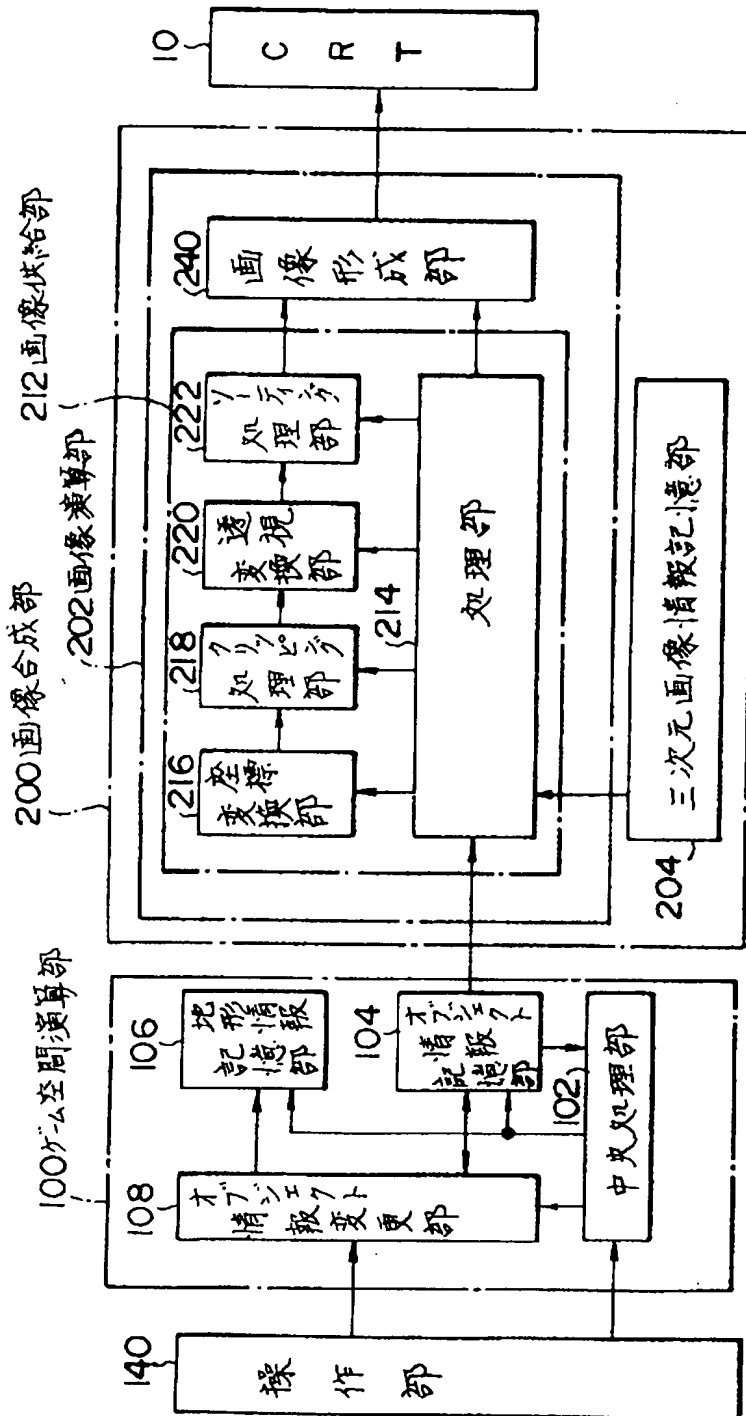
【図2】



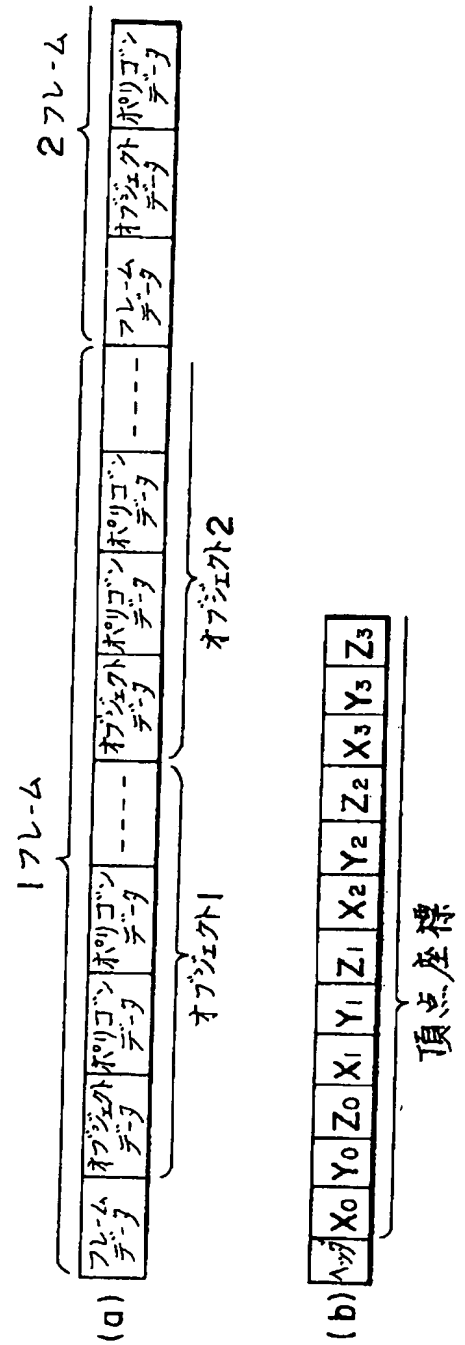
【図3】



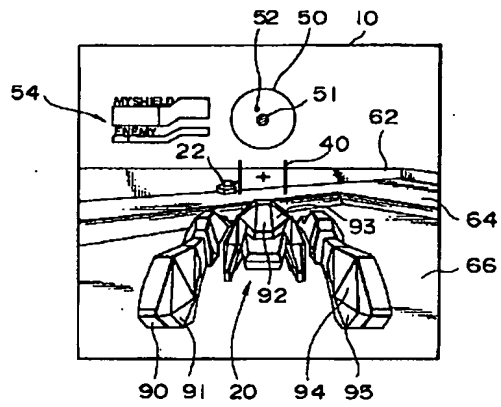
【図1】



【図7】



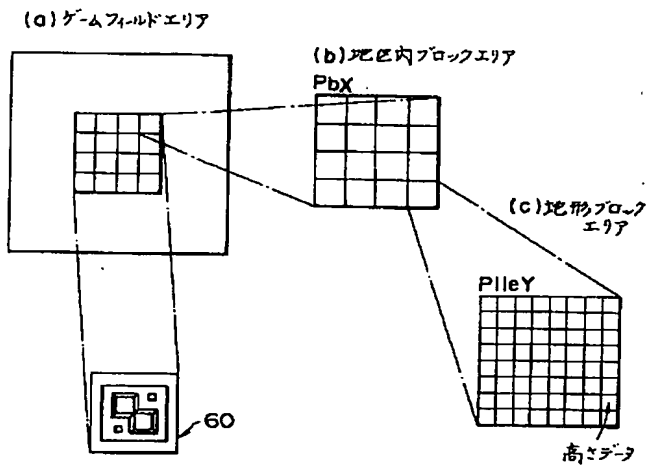
【図4】



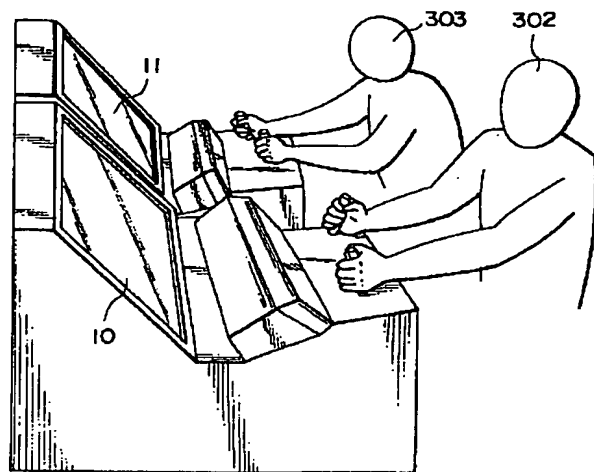
【図6】

イテツ	X	Y	Z	$\theta$	$\phi$	$\rho$
0	$X_0$	$Y_0$	$Z_0$	$\theta_0$	$\phi_0$	$\rho_0$
1	$X_1$	$Y_1$	$Z_1$	$\theta_1$	$\phi_1$	$\rho_1$
2	$X_2$	$Y_2$	$Z_2$	$\theta_2$	$\phi_2$	$\rho_2$
3	$X_3$	$Y_3$	$Z_3$	$\theta_3$	$\phi_3$	$\rho_3$
4	$X_4$	$Y_4$	$Z_4$	$\theta_4$	$\phi_4$	$\rho_4$
5	$X_5$	$Y_5$	$Z_5$	$\theta_5$	$\phi_5$	$\rho_5$
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
n	$X_n$	$Y_n$	$Z_n$	$\theta_n$	$\phi_n$	$\rho_n$

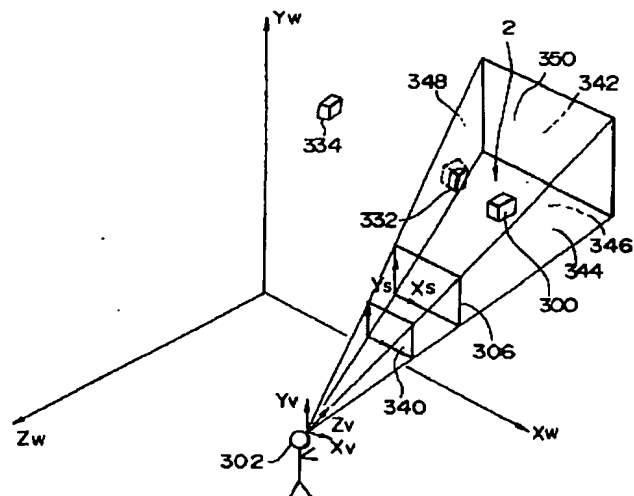
【図9】



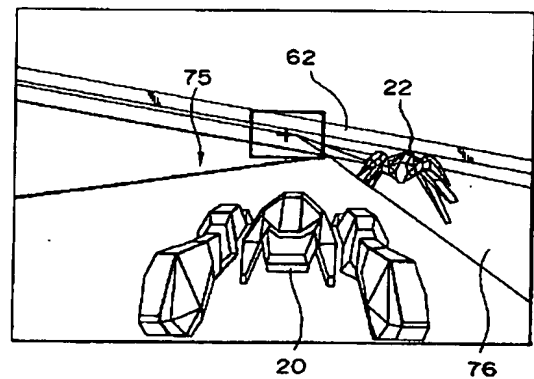
【図5】



【図8】

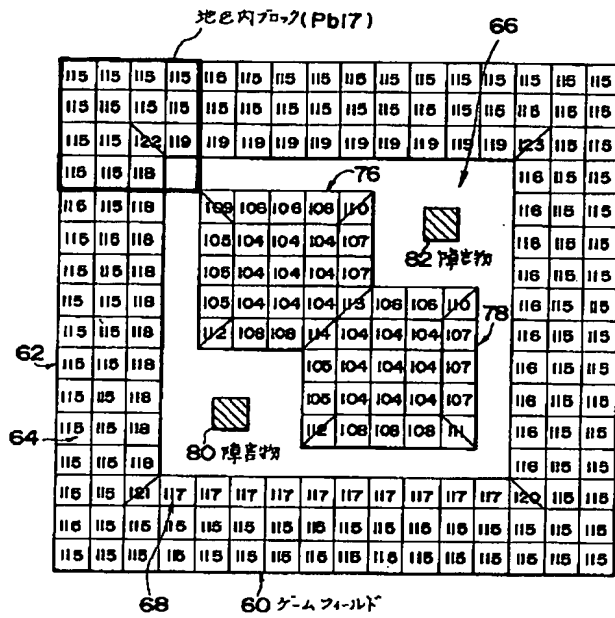


【図14】

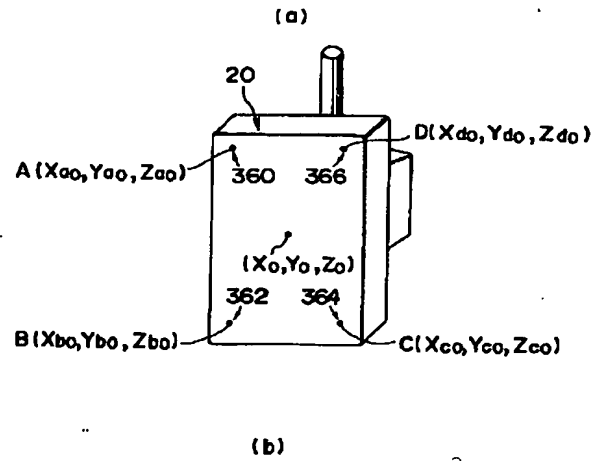




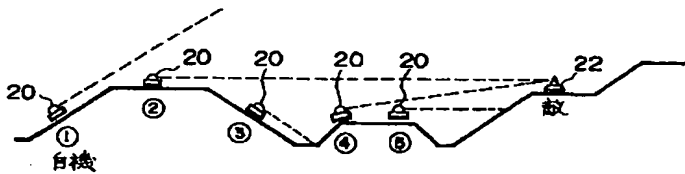
【図11】



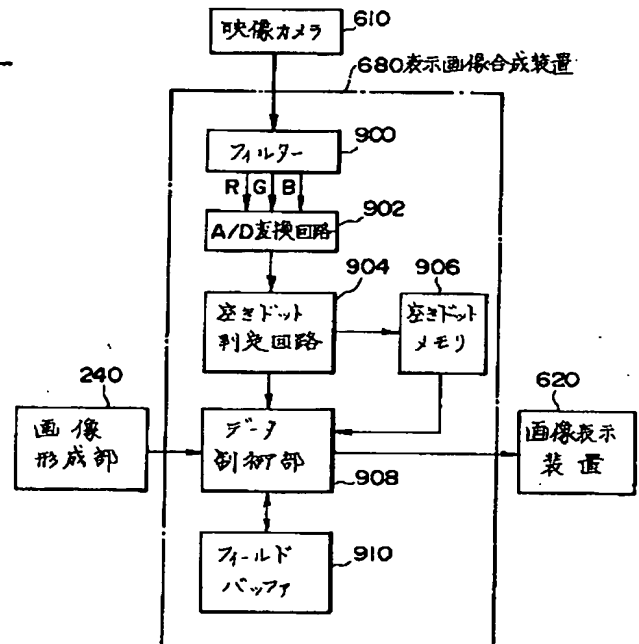
【図13】



【図16】



【図27】



【図12】

```

;pile115
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160

;pile116
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160

;pile117
dc.w 010,010,010,010,010,010,010,010
dc.w 030,030,030,030,030,030,030,030
dc.w 050,050,050,050,050,050,050,050
dc.w 070,070,070,070,070,070,070,070
dc.w 090,090,090,090,090,090,090,090
dc.w 110,110,110,110,110,110,110,110
dc.w 130,130,130,130,130,130,130,130
dc.w 150,150,150,150,150,150,150,150
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160

;pile118
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000

;pile119
dc.w 150,150,150,150,150,150,150,150
dc.w 130,130,130,130,130,130,130,130
dc.w 110,110,110,110,110,110,110,110
dc.w 090,090,090,090,090,090,090,090
dc.w 070,070,070,070,070,070,070,070
dc.w 050,050,050,050,050,050,050,050
dc.w 030,030,030,030,030,030,030,030
dc.w 010,010,010,010,010,010,010,010
dc.w 000,000,000,000,000,000,000,000

;pile120
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 030,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 050,050,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 070,070,070,070,090,110,130,150,160
dc.w 090,090,090,090,090,110,130,150,160
dc.w 110,110,110,110,110,110,130,150,160
dc.w 130,130,130,130,130,130,130,150,160
dc.w 150,150,150,150,150,150,150,150,160
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160,160

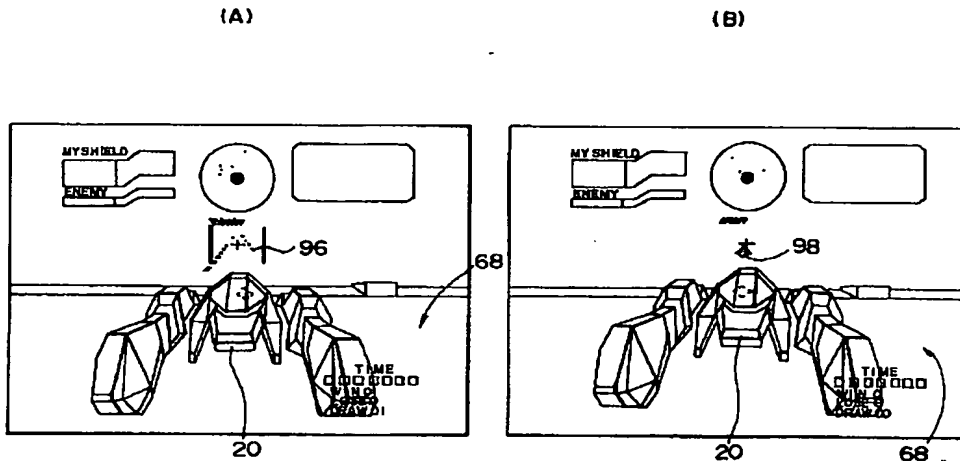
;pile121
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,010
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,030,030
dc.w 150,130,110,090,070,050,050,050,050
dc.w 150,130,110,090,070,070,070,070,070
dc.w 150,130,110,090,090,090,090,090,090
dc.w 150,130,110,110,110,110,110,110,110
dc.w 150,130,130,130,130,130,130,130,130
dc.w 150,150,150,150,150,150,150,150,150
dc.w 160,160,160,160,160,160,160,160,160

;pile122
dc.w 150,150,150,150,150,150,150,150,150
dc.w 150,130,130,130,130,130,130,130,130
dc.w 150,130,110,110,110,110,110,110,110
dc.w 150,130,110,090,090,090,090,090,090
dc.w 150,130,110,090,070,070,070,070,070
dc.w 150,130,110,090,070,050,050,050,050
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,030,030
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,010
dc.w 150,130,110,090,070,050,030,010,000

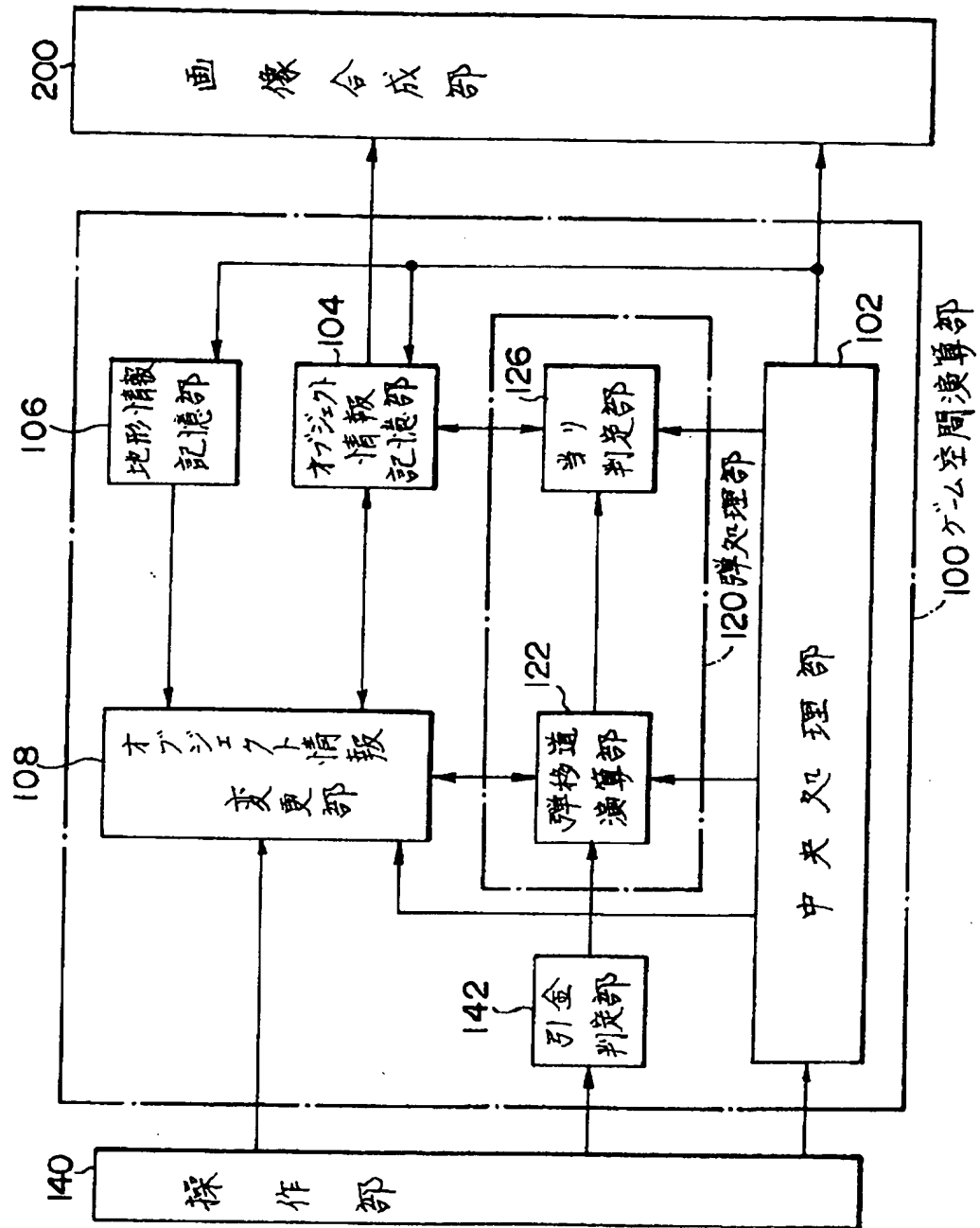
;pile123
dc.w 150,150,150,150,150,150,150,150,160
dc.w 130,130,130,130,130,130,130,150,160
dc.w 110,110,110,110,110,110,130,150,160
dc.w 090,090,090,090,090,110,130,150,160
dc.w 070,070,070,070,090,110,130,150,160
dc.w 050,050,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 030,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160
dc.w 010,030,050,070,090,110,130,150,160

```

【図17】

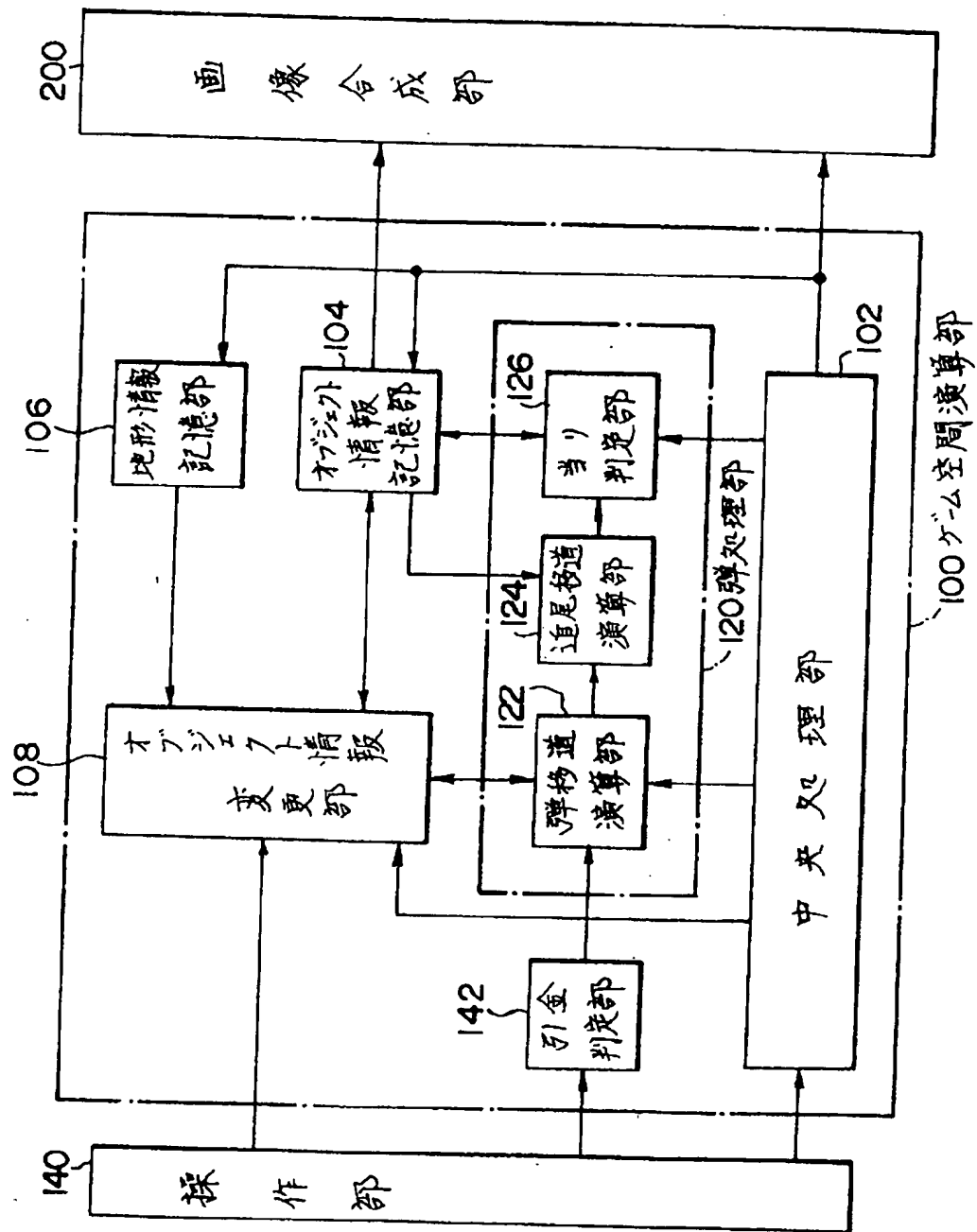


【図15】

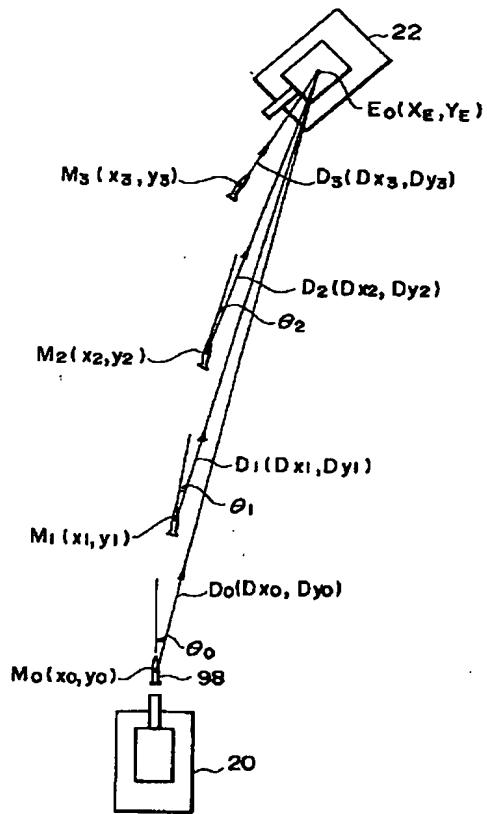




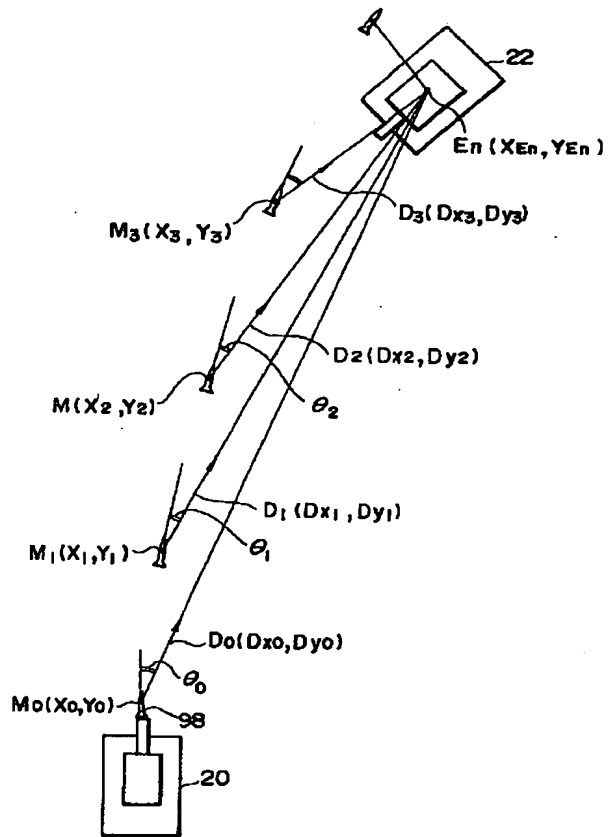
【図18】



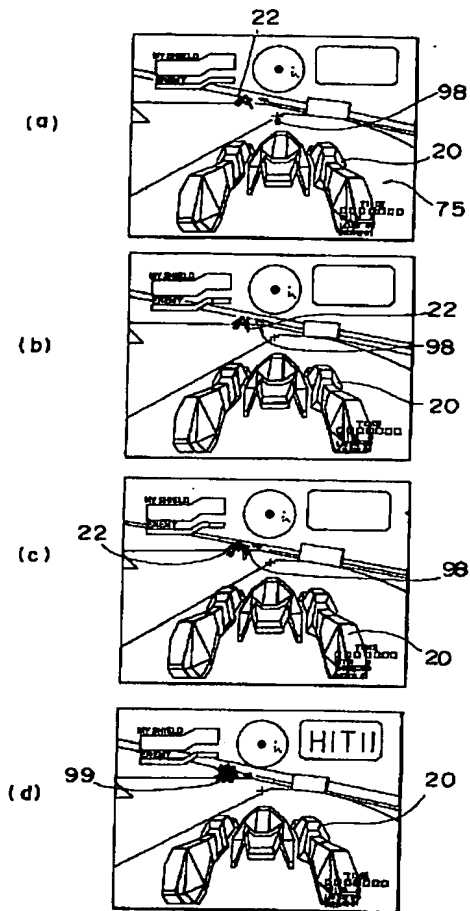
【図19】



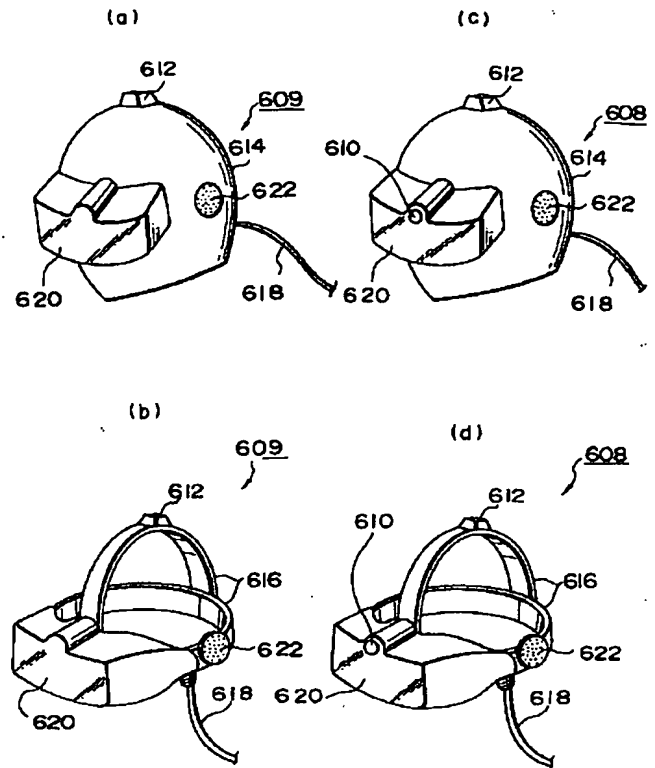
【図20】



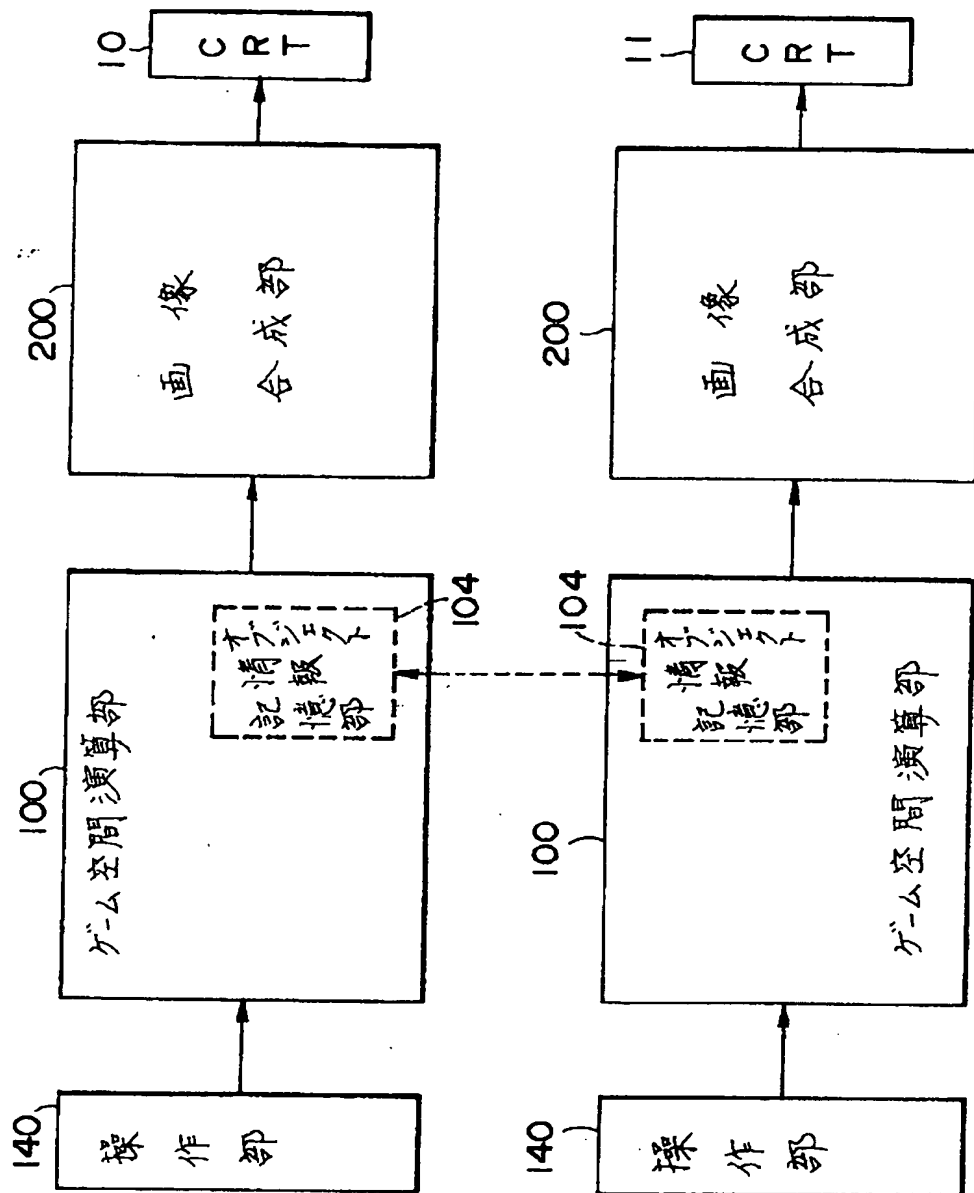
【図21】



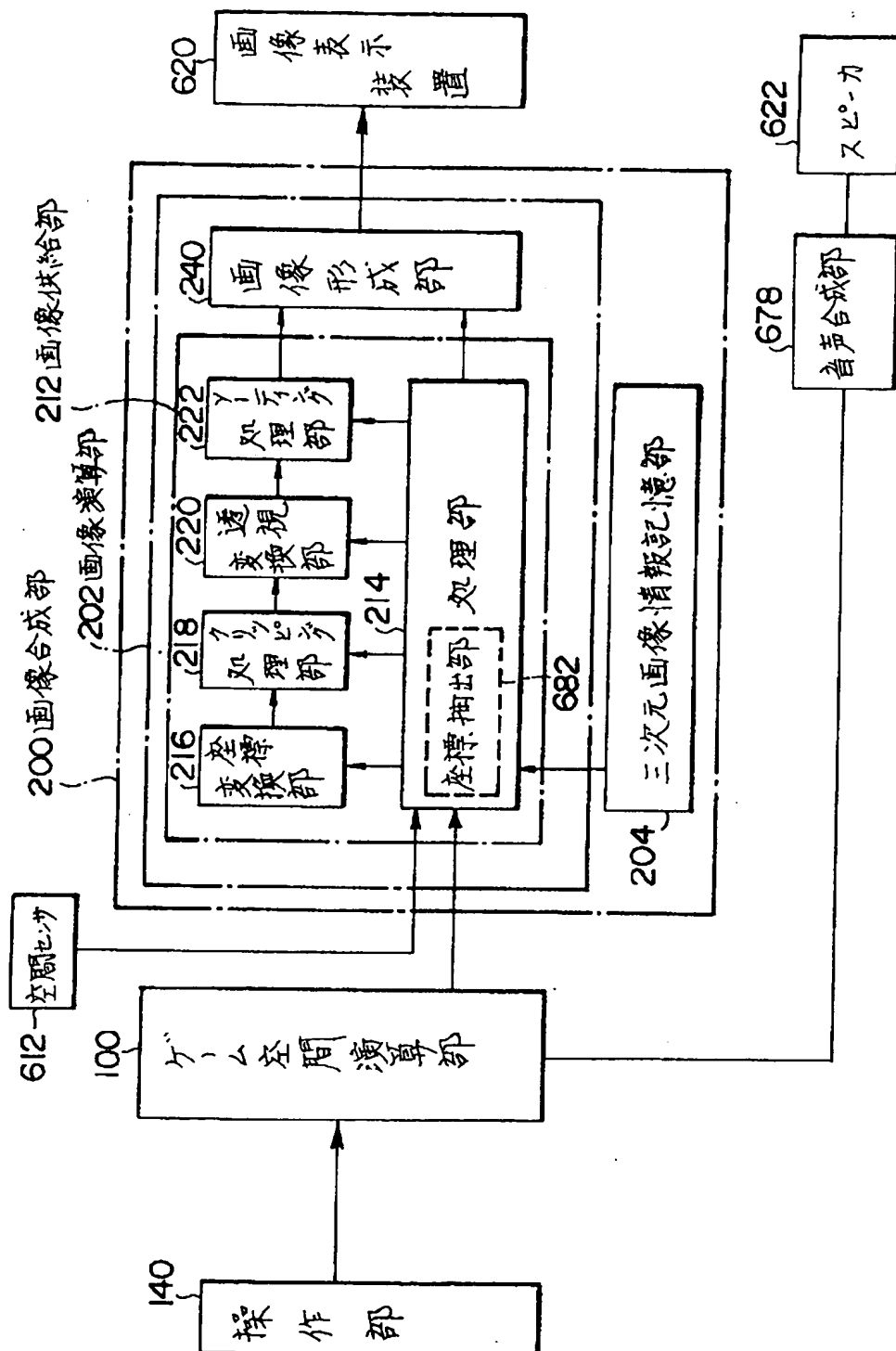
【図23】



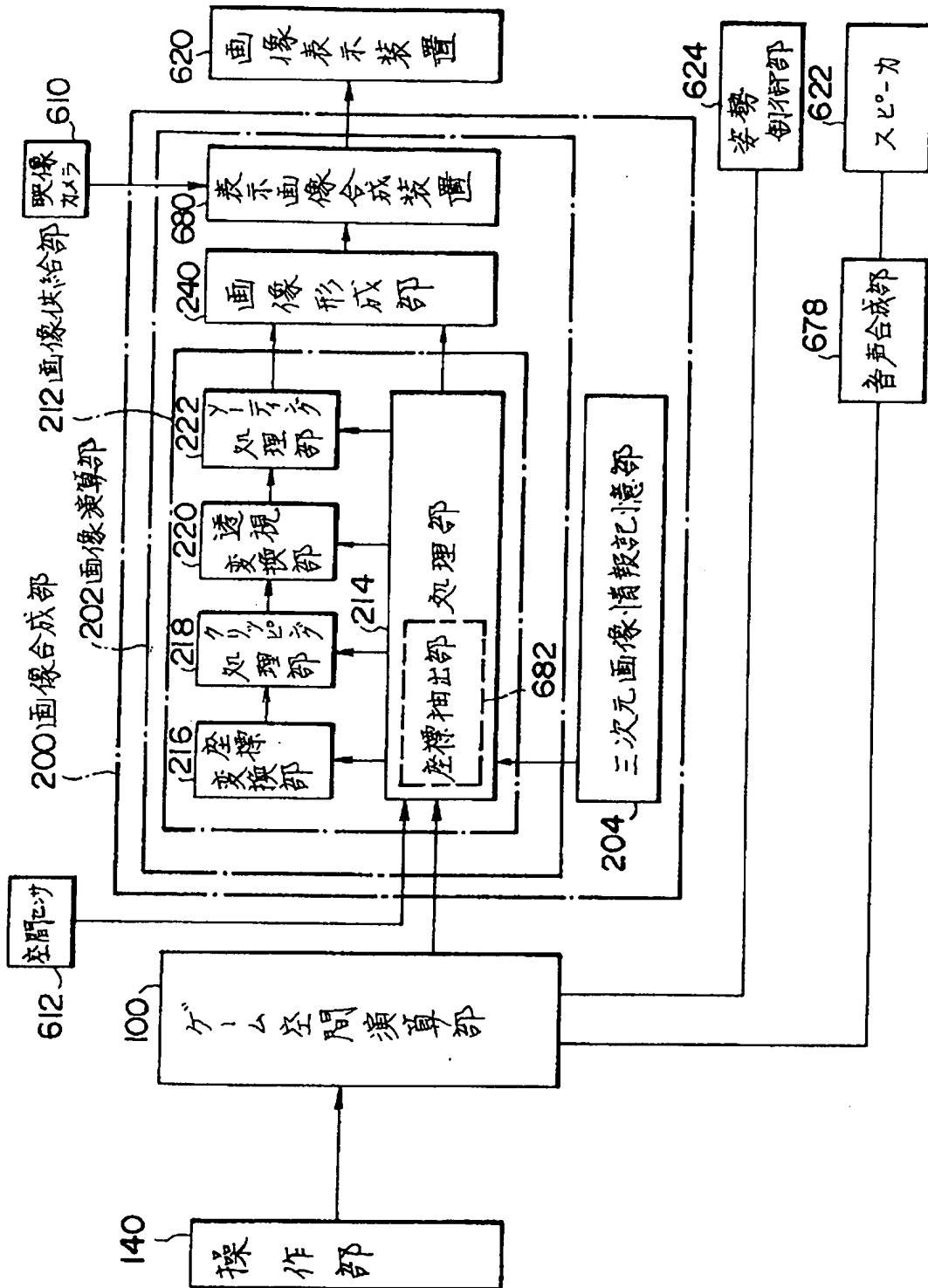
【図22】



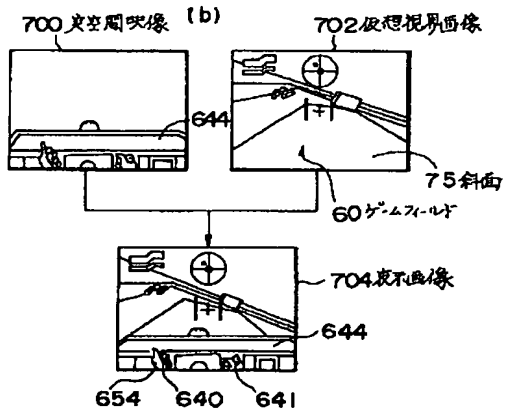
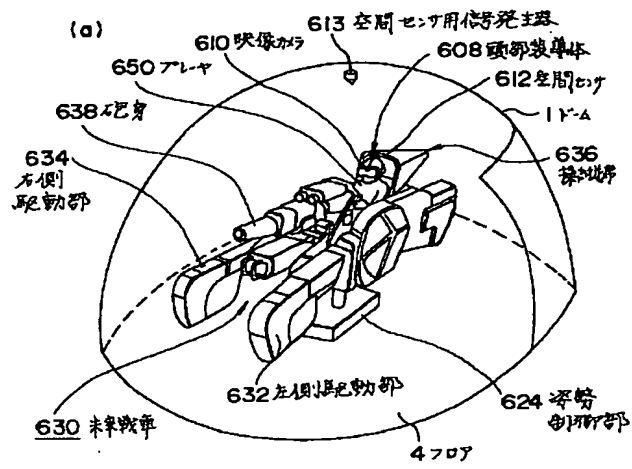
【図24】



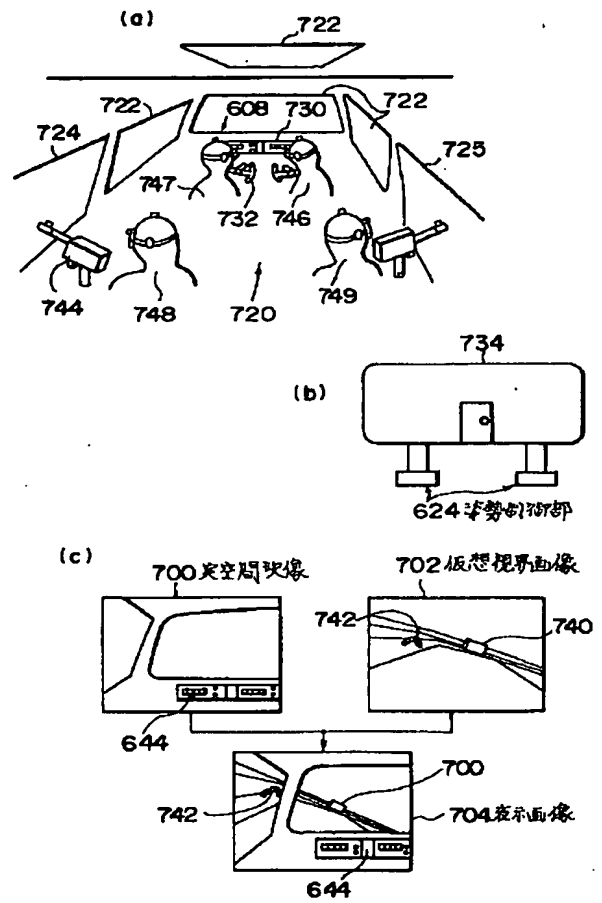
【図25】



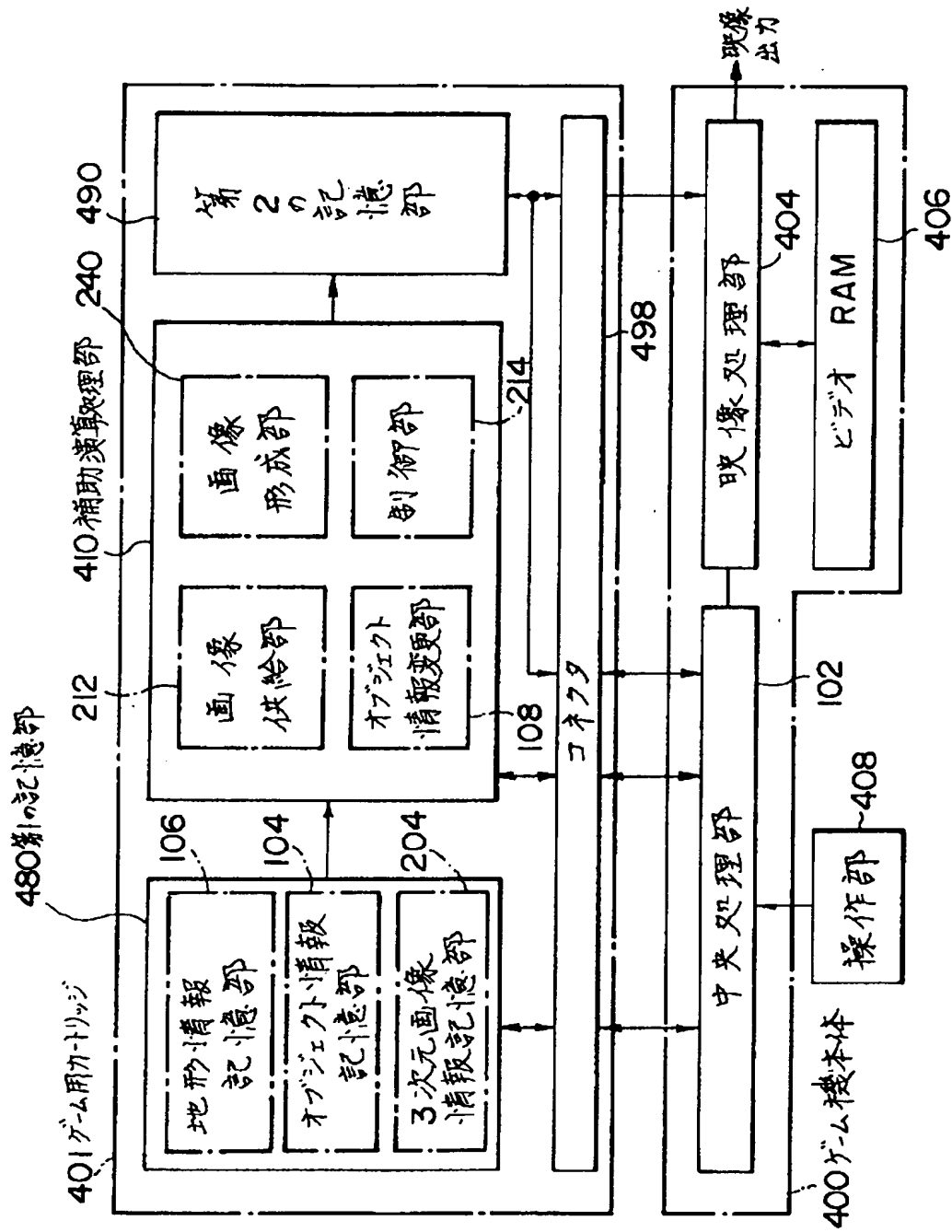
【図26】



【図28】



【図29】





【図30】

